This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Digitized by Google

GES
3060

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

4,058

Exchange

August 2, 1889 - June 20, 1893.

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

288.2

4058
Aug. 2, 1889

Marburg
Sitzungsberichte
1888

Digitized by Google

Digitized by Google

288.2
195.7
4210
Aug. 2, 1889.

Sitzungsberichte

der

ellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

MARBURG.

Jahrgang 1888.

MARBURG.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1889.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 1. Januar 1888.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 27. Januar sprach Herr Privatdocent Dr. B. Klein:

Zum Fundamentalsatz der Geometrie der Lage.

Zweite Mittheilung.

In einer Abhandlung »Ueber einen grundlegenden Satz der Geometrie der Lage« (Sitzungsbericht vom 7. September 1887) handelte es sich um den Beweis eines Satzes, der im Vorwort derselben und auch in dieser Arbeit § 1 angeführt ist. Denselben Satz hatte ich schon in einer Abhandlung »Ueber den Fundamentalsatz der Geometrie der Lage« § 5 aufgestellt. (Sitzungsbericht vom 23. Februar 1887). Das dem dort geführten Beweis zu Grunde liegende Princip war nicht allgemein erkannt worden. Eine Darlegung dieses Princips zu geben beabsichtigte nun die zweite Abhandlung; die Idee derselben war, zu zeigen, dass das Netz $(S_1 X_2)$ durch blosse Lagenveränderung in das Netz $(S_1 S_2)$ übergeführt werden könne, was die Identität der Netze in Evidenz gesetzt hätte. Die Ausführung dieses Gedankens war nicht gelungen. In der vorliegenden Arbeit gebe ich ihm daher eine andere Ausführung. Sie stützt sich auf einen Hilfssatz, nämlich auf den Satz, dass zwei projektive Strahlenbüschel einer Ebene, wenn sie die Verbindungslinie ihrer Scheitel entsprechend gemein haben, perspektiv liegen. Unter den projektiven Beziehungen eines Netzes kommen nämlich, wie sich aus seiner Betrachtung ergiebt,

Digitized by Google

auch perspektive Beziehungen vor. Da nun jede Beziehung des Netzes durch eine Gerade der Ebene bestimmt ist, so muss es auch eine Gerade geben, durch welche die perspektive Beziehung als eine dem Netze angehörige projektive bestimmt wird. Daraus ergiebt sich dann der Satz direkt und ohne Hilfe des Fundamentalsatzes (§ 1).

Im § 2 wird dann der Beweis der Identität zunächst der Netze $(S_1 S_2)$ und $(S_1 X_2)$, im § 3 der der Identität der Netze $(S_1 S_2)$ und $(X_1 X_2)$ geführt. Im § 4 folgt der Beweis des Fundamentalsatzes, der sich hier aus dem Beweise der Identität der Netze $(S_1 S_2)$ und $(X_1 X_2)$ unter Benutzung des Satzes im § 1 unmittelbar ergiebt. Einen zweiten Beweis des Fundamentalsatzes enthält der § 6; er beruht auf Sätzen, welche sich auf die zwei und drei Projektivität-Netzen gemeinschaftlichen Projektivitäten beziehen und auf dem Satze im § 1. Im § 7 wird der Nachweis geführt, dass die Identität der Netze $(S_1 S_2)$ und $(S_1 X_2)$ dadurch zur Evidenz gebracht werden kann, dass jede Punktreihe von s_2, welche in einer Projektivität von $(S_1 X_2)$ die homologe der Punktreihe s_1 ist, durch Verschiebung auf s_2 in eine Punktreihe übergeführt werden kann, von welcher bekannt ist, dass sie die homologe der Punktreihe s_1 in einer Projektivität von $(S_1 S_2)$ ist. Im § 8 kehre ich noch einmal zu dem Beweise der Identität der Netze $(S_1 S_2)$ und $(S_1 X_2)$ zurück, um zu zeigen, dass, nachdem sie mit Hilfe des Satzes im § 1 nachgewiesen worden ist, sie auch ohne diesen aus gewissen allgemeinen Betrachtungen sich folgern lässt, über welche am betreffenden Orte Weiteres gesagt wird. Sie enthalten die Darlegung jenes Princips, welches dem Beweise des Satzes, wie er in Note 1 § 5 geführt wurde, zu Grunde liegt.

1. Der Begriff der projektiven Beziehung wurde so definirt (Note 1, § 5), dass zwei Gerade s_1 und s_2 einer Ebene projektiv heissen, wenn sie auf eine dritte Gerade a durch zwei Strahlenbüschel S_1 bez. S_2 perspektiv bezogen sind. Um in dem Begriff der projektiven Beziehung zugleich den der perspektiven

Digitized by Google

zu befassen, definiren wir: Zwei gleichartige Grundgebilde erster Stufe einer Ebene (Gerade und Strahlenbüschel) heissen projektiv, wenn sie auf ein drittes Grundgebilde erster Stufe perspektiv bezogen sind. Zwei Gerade s_1 und s_2 sind also projektiv, wenn sie auf einen Strahlenbüschel S oder auf eine Gerade a perspektiv bezogen sind. Im ersten Falle liegen sie perspektiv, im zweiten haben sie schiefe Lage. Giebt man nun ausser den Geraden s_1 und s_2 der Ebene in ihr zwei Punkte S_1 und S_2, bezieht die Büschel S_1 und S_2 durch jede der ∞^2 Geraden der Ebene perspektiv auf einander, schneidet den Büschel S_1 durch die Gerade s_1, den Büschel S_2 durch die Gerade s_2, so sind s_1 und s_2 auf jede der ∞^2 Geraden durch die Büschel S_1 bez. S_2 perspektiv bezogen und daher auf einander ∞^2 mal projektiv bezogen. Die Gesammtheit dieser projektiven Beziehungen von s_1 und s_2 heisst das Projektivität-Netz $(S_1 S_2)$. Ersetzt man nun die Punkte S_1 und S_2 durch zwei willkürlich gewählte X_1 und X_2 der Verbindungslinie von S_1 und S_2, bezieht auch die Büschel X_1 und X_2 durch jede der ∞^2 Geraden perspektiv auf einander, so werden s_1 und s_2 ein zweites Mal ∞^2 mal projektiv auf einander bezogen. Diese Beziehungen bilden das Projektivität-Netz $(X_1 X_2)$. Es soll gezeigt werden, dass bei beiden Construktionen die nämlichen ∞^2 projektiven Beziehungen von s_1 und s_2 erhalten werden, also die Netze $(S_1 S_2)$ und $(X_1 X_2)$ identisch sind. Betrachten wir nun das Netz $(S_1 S_2)$, von dem angenommen wird, dass S_1 nicht auf s_1, S_2 nicht auf s_2 liegt, und die Gerade $S_1 S_2$ nicht durch den Schnittpunkt von s_1 und s_2 geht, so lassen sich die in ihm vorkommenden projektiven Beziehungen je nach der Lage der Geraden a, durch welche die Beziehung bestimmt wird, zu den Punkten S_1 und S_2 und den Geraden s_1 und s_2 in drei Arten scheiden. Wenn die Gerade a weder durch einen der Punkte S_1 und S_2, noch durch den Schnittpuukt P_1 von s_1 und s_2 geht, so entspricht dieser Punkt als Punkt von s_1 einem von ihm verschiedenen von s_2. Diese Beziehung heisse die projektive erster Art. Geht die Gerade dagegen durch P_1, so entspricht in der durch sie bestimmten

Digitized by Google

Beziehung dieser Punkt sich selbst. Wir nennen diese Beziehung die von der zweiten Art. Geht endlich a durch einen der Punkte S_1 oder S_2, etwa durch S_1 und schneidet sie die Gerade s_1 im Punkte X, so entsprechen in der durch sie bestimmten Beziehung dem Punkte X von s_1 alle Punkte von s_2, und einem Punkte A_2 von s_2 alle Punkte von s_1, die Beziehung heisse die von der dritten Art. Es lässt sich nun zeigen, dass in dem Netze $(S_1 S_2)$ perspektive Beziehungen vorkommen.

In jeder Projektivität des Netzes sind A_1 und A_2 homologe Punkte und alle Projektivitäten, in welchen bei gegebenen Punkten S_1 und S_2 die Punkte A_1 und A_2 homologe Punkte sind, bilden das Netz $(S_1 S_2)$. Giebt man ausser den homologen Punkten A_1 und A_2 zwei Punkte B_1 und C_1 von s_1, und ordnet ihnen zwei Punkte B_2 bez. C_2 von s_2 als homologe zu, so ist dadurch in dem Netze $(S_1 S_2)$ eine Projektivität bestimmt, denn der Schnittpunkt $B\alpha$ von $S_1 B_1$ und $S_2 B_2$ und derjenige $C\alpha$ von $S_1 C_1$ und $S_2 C_2$ bestimmen eine Gerade $B\alpha C\alpha$, welche die der Projektivität im Netze $(S_1 S_2)$ zugehörige ist. Ist D_1 dann ein beliebiger vierter Punkt von s_1 und schneidet $S_1 D_1$ die Gerade $B\alpha$ $C\alpha$ im Punkte $D\alpha$, so schneidet $S_2 D\alpha$ die Gerade s_2 in einem Punkte D_2, der der homologe Punkt von D_1 ist, und hierdurch in der Projektivität als einer solchen des Netzes $(S_1 S_2)$ eindeutig bestimmt ist.

Giebt man nun auf der Geraden $S_1 S_2$ einen beliebigen Punkt S und bezieht die Geraden s_1 und s_2 durch den Strahlenbüschel S perspektiv auf einander, so ist diese perspektive Beziehung nach der obigen Definition auch projektive Beziehung. In ihr aber sind A_1 und A_2 homologe Punkte, folglich gehört sie dem Netze $(S_1 S_2)$ an, und ist in diesem bestimmt, wenn man zweimal zwei von A_1 und A_2 verschiedene Punkte von s_1 und s_2 kennt, welche in ihr homologe Punkte sind. Nun entspricht aber in der perspektiven Beziehung von s_1 und s_2 der Punkt P_1 sich selbst, und dem beliebig gewählten Punkte B_1 von s_1 der Punkt B_0 von s_2, der mit S und B_1 in gerader Linie liegt. In dem Netz $(S_1 S_2)$ ist somit die ihr angehörige perspektive

Digitized by Google

Beziehung von s_1 und s_2 durch die Zuordnung des Punktes P_1 zu sich selbst und des Punktes B_1 zum Punkte B_0 bestimmt. Die der Perspektivität als Projektivität von $(S_1 S_2)$ zugehörige Gerade wird daher construirt, indem man $S_1 P_1$ mit $S_2 P_1$ in P_1 und $S_1 B_1$ mit $S_2 B_0$ in einem zweiten Punkte zum Durchschnitt bringt. Die Verbindungslinie von P_1 mit dem zweiten Punkte ist dann die gesuchte zugehörige Gerade v. Giebt man sie direct als einen Strahl des Strahlenbüschels P_1, so wird durch sie im Netze $(S_1 S_2)$ eine Projektivität zweiter Art bestimmt, aber wir wissen, dass diese mit der durch den Büschel S auf s_1 und s_2 bestimmten Perspektivität identisch ist; also ist eine Projektivität zweiter Art des Netzes $(S_1 S_2)$ zunächst die durch v bestimmte Perspektivität. Nun kann aber der Punkt S jeder beliebige Punkt von $S_1 S_2$ sein; lässt man also S die Gerade beschreiben, so wird der Punkt B_0, der homologe Punkt zu B_1, der Reihe nach in allen durch den veränderlichen Punkt S bestimmten Perspektivitäten von s_1 und s_2, die Gerade s_2 beschreiben. Hierbei wird der Schnittpunkt von $S_2 B_0$ mit der festbleibenden Geraden $S_1 B_1$ diese und daher der Strahl v den Strahlenbüschel P_1 beschreiben; jeder Strahl dieses Büschels bestimmt eine Projektivität zweiter Art von $(S_1 S_2)$. Wir sehen jetzt, dass diese Projektivitäten mit den ∞^1 Perspektivitäten, welche durch die Punkte von $S_1 S_2$ als Scheitel von Strahlenbüscheln auf s_1 und s_2 bestimmt werden, identisch sind. Wir erhalten als Resultat den Satz:

> Haben zwei projektive Geraden s_1 und s_2 ihren Schnittpunkt entsprechend gemein, so liegen sie perspektiv.

Ebenso gilt der reciproke Satz:

> Haben zwei projektive Strahlenbüschel die Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte entsprechend gemein, so liegen sie perspektiv.

2. (Fig.) Wir nehmen als Punkt X_1 den Punkt S_1, sodass die Identität der Netze $(S_1 S_2)$ und $(S_1 X_2)$ gezeigt werden soll. In jedem derselben ist durch Zuordnung zweier beliebig

Digitized by Google

angenommener Punkte B_2 und C_2 von s_2 zu den Punkten B_1 bez. C_1 von s_1 eine Projektivität bestimmt. Schneidet dann der Strahl $S_1 D_1$ von S_1 die Gerade $B\alpha\ C\alpha$ im Punkte $D\alpha$, so schneidet die Gerade $S_2 D\alpha$, die Gerade s_2 in einem Punkte D_2, welcher in der Projektivität des Netzes $(S_1 S_2)$ dem Punkte D_1 entspricht. Ebenso bestimmen die Schnittpunkte $B\beta$ von $S_1 B_1$ und $X_2 B_2$ und $C\beta$ von $S_1 C_1$ und $X_2 C_2$ eine Gerade $B\beta C\beta$. Schneidet dann der Strahl $S_1 D_1$ die Gerade im Punkte $D\beta$, so schneidet $X_2 D\beta$ die Gerade s_2 in einem Punkte Dx, welcher in der Projektivität des Netzes $(S_1 X_2)$ dem Punkte D_1 entspricht. Der Punkt D_1 kann als jeder beliebige, von A_1, B_1, C_1 verschiedene Punkt von s_1 betrachtet werden. Nun sind die Geraden $B\alpha\, C\alpha$ und $B\beta\, C\beta$ durch den Strahlenbüschel S_1 perspektiv aufeinander bezogen, so dass, wenn $A\alpha$ und $A\beta$ die bez. Schnittpunkte der beiden Geraden mit der Geraden $S_1 S_2$ sind, den Punkten $A\alpha$, $B\alpha$, $C\alpha$, $D\alpha$..... bez. die Punkte $A\beta$, $B\beta$, $C\beta$, $D\beta$..... entsprechen. Ferner ist der Büschel S_2 durch die Gerade $B\alpha C\alpha$ und der Büschel X_2 durch die Gerade $B\beta\, C\beta$ auf den Büschel S_1 perspektiv bezogen, folglich sind die Büschel S_2 und X_2 projektiv auf einander bezogen (Definition), so dass den Strahlen S_2 ($A\alpha$, $B\alpha$, $C\alpha$, $D\alpha$....) die bez. Strahlen X_2 ($A\beta$, $B\beta$, $C\beta$, $D\beta$....) entsprechen. Nun ist der Strahl $S_2 A\alpha$ mit dem Strahl $X_2 A\beta$ identisch, die beiden projektiven Büschel haben also den Strahl $S_1 S_2$ entsprechend gemein und liegen daher perspektiv, d. h. es giebt eine Gerade, von der Art, dass in jedem Punkte derselben zwei homologe Strahlen der projektiven Büschel S_2 und X_2 sich schneiden. Nun schneiden sich die homologen Strahlen $S_2 B\alpha$ und $X_2 B\beta$ nach Voraussetzung im Punkte B_2 und die homologen Strahlen $S_2 C\alpha$ und $X_2 C\beta$ in dem Punkte C_2 von s_2. Die Punkte B_2 und C_2 liegen also auf derjenigen Geraden, in deren Punkten die homologen Strahlen der Büschel S_2 und X_2 sich schneiden. Durch die Punkte B_2 und C_2 ist aber die Gerade s_2 bestimmt, somit ist diese der perspektive Durchschnitt der projektiven Büschel S_2 und X_2. Nun entsprechen in denselben einander auch die Strahlen $S_2 D\alpha$ und $X_2 D\beta$, folglich schneiden sie sich

Digitized by Google

in einem Punkte von s_2. Nun schneidet aber die Gerade $S_2 D_\alpha$ die Gerade s_2 im Punkte D_2, folglich geht auch die Gerade $X_2 D_\beta$ durch diesen Punkt, somit ist der Punkt D_x, der vorher als Schnittpunkt der Geraden s_2 und $X_2 D_\beta$ angenommen wurde, mit dem Punkte D_2 identisch, so dass sowohl in der durch die Gerade $B_\alpha C_\alpha$ bestimmten Projektivität von $(S_1 S_2)$ als auch in der durch die Gerade $B_\beta C_\beta$ bestimmten von $(S_1 X_2)$ der Punkt D_2 dem Punkte D_1 entspricht. Da D_1 jeder von A_1, B_1, C_1 verschiedene Punkt von s_1 sein kann, so hat jeder Punkt von s_1 in den beiden Projektivitäten ein und denselben Punkt von s_2 zum entsprechenden. Somit sind die beiden durch die Zuordnung der Punkte B_1 und C_1 zu den Punkten B_2 und C_2 in den Netzen $(S_1 S_2)$ bez. $(S_1 X_2)$ bestimmten projektiven Beziehungen identisch.

Nun kann man das Punktpaar $B_2 C_2$ durch jedes andere Paar von s_2 ersetzen, während man das Paar $B_1 C_1$ beibehält, dann ist durch das neue Paar $B_2 C_2$ als homologes von $B_1 C_1$ eine neue Gerade $B_\alpha C_\alpha$ und eine neue Gerade $B_\beta C_\beta$ bestimmt, und je zwei durch diese Geraden bestimmten Projektivitäten der beiden Netze sind identisch, somit sind die Netze selbst identisch.

3. Dass die Netze $(S_1 S_2)$ und $(S_1 X_2)$ identisch sind, ist nun bewiesen. Ersetzt man den Punkt S_1 von $S_1 S_2$ durch einen beliebigen Punkt X_1 dieser Geraden, so kann man zeigen, dass auch die Netze $(S_1 X_2)$ und $(X_1 X_2)$ identisch sind. Denn ordnet man den Punkten B_2 und C_2 von s_2 die Punkte B_1 bez. C_1 von s_1 zu, so ist dadurch sowohl im Netze $(S_1 X_2)$ wie auch im Netze $(X_1 X_2)$ eine Projektivität bestimmt. Diese beiden Projektivitäten sind identisch; denn die Betrachtung, welche in § 2 angestellt wurde, um die Identität der durch die Zuordnung von B_2 und C_2 zu bez. B_1 und C_1 in den Netzen $(S_1 S_2)$ und $(S_1 X_2)$ bestimmten Projektivitäten zu zeigen, gilt auch für die beiden durch die Zuordnung der nämlichen Punkte in den Netzen $(S_1 X_2)$ und $(X_1 X_2)$ bestimmten Projektivitäten, wenn man die Punkte B_1 und C_1 aus S_1 in zwei Punkte von $X_2 B_2$ und $X_2 C_2$ und

Digitized by Google

aus X_1 in zwei andere Punkte dieser Geraden projicirt. Die durch die Zuordnung der genannten Punkte bestimmte Projektivität von $(X_1 X_2)$ liegt auch im Netze $(S_1 X_2)$ und da dieses für jede Projektivität von $(X_1 X_2)$ gilt, so ist auch das Netz $(X_1 X_2)$ mit dem Netze $(S_1 X_2)$ identisch. Da nun auch die Netze $(S_1 S_2)$ und $(S_1 X_2)$ identisch sind, so sind es auch die Netze $(S_1 S_2)$ und $(X_1 X_2)$. Als zwei Punkte X_1 und X_2 kann man auch die Punkte A_2 bez. A_1 nehmen, so dass man das Netz $(A_1 A_2)$ erhält. Dann gilt der Satz:

> Das Netz $(A_1 A_2)$ ändert sich nicht, wenn die Punkte S_1 und S_2, von denen aus als Mittelpunkten von Strahlenbüscheln das Netz ursprünglich construirt wurde, durch zwei beliebige Punkte X_1 bez. X_2, speciell auch durch die Punkte A_2 bez. A_1 von $S_1 S_2$ ersetzt werden.

4. Giebt man auf der Geraden s_1 die drei Punkte $A_1 B_1 C_1$ und auf der Geraden s_2 die drei Punkte $A_2 B_2 C_2$, ordnet den Punkten $A_1 B_1 C_1$ bez. die Punkte $A_2 B_2 C_2$ zu, so kann man $A_1 A_2$, $B_1 B_2$, $C_1 C_2$ als Paare homologer Punkte einer Projektivität von s_1 und s_2 auffassen, welche in dem Netze $(S_1 S_2)$ liegt. In dieser ist dann jedem vierten Punkt D_1 von s_1 ein Punkt D_2 von s_2 zugeordnet, die Projektivität von s_1 und s_2 also durch die drei Paare homologer Punkte bestimmt. Den Punkt D_2 erhält man, wenn man den Strahl $S_1 D_1$ mit der Geraden $B_\alpha C_\alpha$ in D_α schneidet und diesen Punkt mit S_2 durch einen Strahl verbindet. Sein Schnittpunkt mit s_2 ist dann der zu D_1 homologe Punkt D_2.

Sind nun E_1 und E_2 ein beliebiges Paar homologer Punkte der Projektivität und T_1 und T_2 zwei beliebig angenommene Punkte der Geraden $E_1 E_2$ und projicirt man aus T_1 und T_2 die Punktreihen $s_1 (A_1 B_1 C_1 ..)$ bez. $s_2 (A_2 B_2 C_2 ..)$, so erhält man zwei projektive Strahlenbüschel T_1 und T_2, die den Strahl $T_1 T_2$ entsprechend gemein haben, also perspektiv liegen. Wenn nun $T_1 A_1$ und $T_2 A_2$ sich in einem Punkte A^1 und $T_1 C_1$ und $T_2 C_2$ in einem Punkte C^1 schneiden, so wird der Strahl $T_1 D_1$ die Gerade $A^1 C^1$ in einem

Digitized by Google

Punkte D^1 schneiden, dessen Verbindungslinie mit T_2 durch den Punkt D_2 von s_2 geht (§ 1). Man erhält also denselben Punkt D_2 als homologen zu D_1, wenn man die Gerade $A_1 A_2$ durch die Gerade $E_1 E_2$ und die Punkte $S_1 S_2$ durch die Punkte T_1 und T_2 ersetzt.

Somit ist die Construktion des zu D_1 homologen Punktes D_2 in der durch die Zuordnung von $A_1 B_1 C_1$ zu bez. $A_2 B_2 C_2$ in $(S_1 S_2)$ bestimmten Projektivität auch ausführbar, wenn man die Punkte S_1 und S_2 durch zwei Punkte T_1 und T_2 ersetzt, welche auf der Verbindungslinie irgend zweier homologer Punkte $E_1 E_2$ der Projektivität liegen, d. h. man kann die durch $A_1 A_2$, $B_1 B_2$, $C_1 C_2$ bestimmte Projektivität auch als im Netze $(T_1 T_2)$ liegend betrachten, und daher von T_1 und T_2 aus construiren. Das Paar $A_1 A_2$ war vor anderen dadurch ausgezeichnet, dass auf der Geraden $A_1 A_2$ die Punkte S_1 und S_2 lagen, mittelst welcher als Scheitel von Strahlenbüscheln die homologen Punkte D_1 und D_2 construirt wurden. Das Paar $A_1 A_2$ unterscheidet sich jetzt nicht mehr von anderen Paaren, weil die Punkte S_1 und S_2 durch zwei beliebige Punkte T_1 und T_2 der Verbindungslinie irgend zweier homologer Punkte E_1 und E_2 ersetzt werden können. Somit ist eine Projektivität durch drei Paare homologer Punkte vollkommen und eindeutig bestimmt.

5. Ersetzt man die Punkte S_1 und S_2 der Geraden $S_1 S_2$ durch die Punkte A_2 bez. A_1, so ist das Netz $(A_1 A_2)$ mit dem Netze $(S_1 S_2)$ identisch und ebenso mit dem Netze $(X_1 X_2)$, wenn X_1 und X_2 zwei beliebige Punkte von $A_1 A_2$ sind. Giebt man die Punkte A_1 und A_2, so ist das Projektivität-Netz $(A_1 A_2)$ von s_1 und s_2 bestimmt; denn in allen Projektivitäten desselben sind A_1 und A_2 homologe Punkte, und alle Projektivitäten, in denen A_1 und A_2 homologe Punkte sind, bilden das Netz $(A_1 A_2)$ (§ 1); ebenso ist durch ein beliebiges Punktpaar von s_1 nnd s_2, etwa $B_1 B_2$, ein Netz $(B_1 B_2)$ bestimmt, in dessen sämmtlichen Projektivitäten B_1 und B_2 homologe Punkte sind, und alle Pro-

Digitized by Google

jektivitäten, in denen dies der Fall ist, bilden das Netz $(B_1 B_2)$. Die durch die Paare $A_1 A_2$, $B_1 B_2$, $C_1 C_2$ bestimmte Projektivität liegt also nicht nur im Netze $(A_1 A_2)$, sondern auch in den Netzen $(B_1 B_2)$ und $(C_1 C_2)$ Ziehen wir nun die Geraden $A_1 B_2$ und $A_2 B_1$, welche sich in P schneiden, ferner $A_1 C_2$ und $A_2 C_1$, welche sich in Q schneiden, so ist die Projektivität im Netze $(A_1 A_2)$ durch die Gerade PQ als zugehörige bestimmt; sie ist in diesem Netze auch durch die Punkte P und Q und auch durch die Paare homologer Punkte $B_1 B_2$ und $C_1 C_2$ bestimmt. Nun liegt die Projektivität auch im Netze $(B_1 B_2)$. Sie ist auch in diesem durch die Paare homologer Punkte $A_1 A_2$ und $C_1 C_2$ vollkommen und eindeutig bestimmt, denn zieht man die Geraden $B_1 C_2$ und $B_2 C_1$, welche sich in R schneiden, so ist PR die der Projektivität im Netze $(B_1 B_2)$ zugehörige Gerade.

Die Gerade PR ist aber mit der Geraden PQ identisch, d. h. R liegt auf der Geraden PQ.

Zum Beweise schneiden wir $A_1 C_2$ mit $B_1 A_2$ im Punkte P_1 und $C_1 A_2$ mit $B_1 C_2$ im Punkte Q_1; dann ist durch die Zuordnung der Punkte B_1, P_1, A_2 zu bez. B_1, C_2, Q_1 eine projektive Beziehung der Geraden $B_1 A_2$ und $B_1 C_2$ bestimmt, wenn man diese Projektivität als im Netze $(B_1 B_1)$ liegend auffasst und in welcher der Punkt B_1 sich selbst entspricht, die also perspektive Beziehung ist. Folglich schneiden sich $P_1 C_2$ und $Q_1 A_2$ in einem Punkte Q, durch den die Verbindungslinie je zweier homologer Punkte der perspektiven Beziehung geht. Verbinden wir nun Q mit P durch eine Gerade, welche die Gerade $B_1 C_2$ in R schneidet, so sind P und R homologe Punkte. Nun liegen die Büschel A_1 und C_1 perspektiv bezüglich zu den Geraden $B_1 A_2$ und $B_1 C_2$ und da diese selbst perspektiv zu dem Büschel Q liegen, so sind die Büschel A_1 und C_1 zu einander projektiv, liegen aber perspektiv, weil sie die Verbindungslinie ihrer Mittelpunkte $A_1 C_1$, die durch B_1 geht, entsprechend gemein haben. Nun schneiden sich die homologen Strahlen $A_1 A_2$ und $C_1 A_2$ in A_2 und $A_1 C_2$ und $C_1 C_2$ in C_2, folglich schneiden sich

Digitized by Google

auch die homologen Strahlen $A_1 P$ und $C_1 R$ in einem Punkte von $A_2 C_2$ d. i. s_2.

Nun ist aber der Schnittpunkt von $A_1 P$ mit s_2 der Punkt B_2. Folglich geht auch die Gerade $C_1 R$ durch den Punkt B_2 oder die Gerade $C_1 B_2$ schneidet die Gerade $B_1 C_2$ in einem Punkte R, der auf der Geraden PQ liegt.

6. Wir können nun dem Beweis des Fundamentalsatzes noch eine andere Fassung geben, welche sich auf die hier folgenden Sätze gründet. Die Netze $(A_1 A_2)$ und $(B_1 B_2)$ haben ∞^1 projektive Beziehungen gemein; die diesen Projektivitäten zugehörigen Geraden bilden den Strahlenbüschel P; ebenso haben die Netze $(A_1 A_2)$ und $(C_1 C_2)$ ∞^1 Projektivitäten mit einander gemein, die diesen zugehörigen Geraden bilden den Strahlenbüschel Q. Die beiden Büschel haben den Strahl PQ gemein, folglich haben die beiden Mannigfaltigkeiten von je ∞^1 Projektivitäten eine Projektivität gemein, und diese liegt somit in dem Netze $(A_1 A_2)$, wie auch in den Netzen $(B_1 B_2)$ und $C_1 C_2)$. — Daraus folgt: Drei Projektivität-Netze haben eine Projektivität gemein. Zu der Projektivität gehört eine bestimmte Gerade, auf der die Punkte PQR liegen. Diese Gerade ist die in dem früheren Sinne zugehörige Gerade der Projektivität, wenn sie als im Netze $(A_1 A_2)$ liegend aufgefasst wird. Sie ist aber auch die zugehörige Gerade, wenn die Projektivität als im Netze $(B_1 B_2)$ und auch die zugehörige Gerade, wenn sie als im Netze $(C_1 C_2)$ liegend aufgefasst wird. Denn, wenn die Punkte P und Q von A_1 und A_2 aus auf bez. die Geraden s_2 und s_1 projicirt werden, so erhält man die Paare homologer Punkte $B_1 B_2$ und $C_1 C_2$ als solche, durch die die Projektivität im Netze $(A_1 A_2)$ bestimmt wird. Ebenso werden durch $B_1 B_2$ und P und R die Paare $A_1 A_2$ und $C_1 C_2$ als solche construirt, durch welche die Projektivität als im Netze $(B_1 B_2)$ liegend aufgefasst wird. Das Analoge gilt für die Punkte $C_1 C_2$ und R und Q. Somit ist in der That die Gerade PQR die der Projektivität zugehörige Gerade in jedem der drei Netze $(A_1 A_2)$, $(B_1 B_2)$, $(C_1 C_2)$.

Digitized by Google

Es folgt: Giebt man die Paare $A_1 A_2$, $B_1 B_2$, $C_1 C_2$, so sind dadurch drei Netze bestimmt, welche eine Projektivität gemein haben, in der A_1 und A_2, B_1 und B_2, C_1 und C_2 homologe Punkte sind; also ist durch drei Paare homologer Punkte eine Projektivität bestimmt und zwar derart, dass sie als unabhängig von den drei Netzen, in denen sie liegt, erscheint, indem zu jedem der drei Punktpaare die beiden anderen Punktpaare durch die Gerade PQR construirt werden können. Ist nun S ein beliebiger Punkt von PQ und schneiden $A_1 S$ und $A_2 S$ die Geraden s_2 bez. s_1 in D_2 und D_1, so kann man für die Bestimmung der Projektivität das Paar $C_1 C_2$ durch das Paar $D_1 D_2$ ersetzen. Denn die durch P und Q bestimmte Gerade ist auch durch P und S bestimmt, und durch das Paar $D_1 D_2$ auch der Punkt S und damit die Gerade PQ. Dann schneiden sich auch $B_1 D_2$ und $B_2 D_1$ in einem Punkte T von PQ. Ebenso kann man für die Bestimmung der Projektivität das Paar $B_1 B_2$ durch ein beliebiges Paar homologer Punkte $E_1 E_2$ ersetzen, so dass sie dann durch die Paare $A_1 A_2$, $D_1 D_2$, $E_1 E_2$ bestimmt ist. Schneiden sich noch $B_1 E_2$ und $B_2 E_1$ in dem Punkte U von PQ, so kann man nun auch $A_1 A_2$ durch ein beliebiges Paar homologer Punkte, z. B. $B_1 B_2$ ersetzen, dann ist die durch $A_1 A_2$, $B_1 B_2$, $C_1 C_2$ bestimmte Projektivität auch bestimmt durch die Paare ihrer homologen Punkte $B_1 B_2$, $D_1 D_2$, $E_1 E_2$, welche beliebig gewählt wurden, denn die Gerade TU ist mit PQ identisch, und die Projektivität, der sie zugehört, und die von A_1 und A_2 aus zuerst construirt wurde, kann es auch von B_1 und B_2 aus werden. Somit ist eine Projektivität auch durch drei beliebige von ihren Paaren homologer Punkte bestimmt und kann in jedem Netze construirt werden, in welchem sie liegt, d. i. ein solches, das durch ein Paar homologer Punkte bestimmt ist. Damit ist gezeigt, dass durch drei Paare homologer Punkte eine projektive Beziehung vollständig und eindeutig bestimmt ist, so dass bei allen möglichen Construktionen, durch welche die durch die drei Paare gegebene Beziehung vervollständigt werden kann, einem-

Digitized by Google

beliebig angenommenen Punkte D_1 von s_1 immer derselbe Punkt D_2 von s_2 zugeordnet wird.

7. Es soll noch gezeigt werden, dass die dem Beweise von der Identität der Netze $(S_1 S_2)$ und $(S_1 X_2)$ zu Grunde liegende Anschauung sich als Lagenveränderung auffassen lässt, durch welche jede projektive Beziehung des einen Netzes in eine solche des anderen übergeführt wird. Indem wir zunächst die Punkte $B_2 C_2 D_2$ von S_2 in die Punkte $B_\alpha C_\alpha D_\alpha$ der Strahlen $S_1 B_1$, $S_1 C_1$, $S_1 D_1$ projiciren, erhalten wir die Gerade $B_\alpha C_\alpha$, die der Projektivität von $(S_1 S_2)$ angehört, welche durch die Zuordnung von B_1 und C_1 zu B_2 und C_2 bestimmt ist und in der A_1 und A_2 homologe Punkte sind. Projiciren wir jetzt die Punkte $B_\alpha C_\alpha D_\alpha$ aus X_2 in die Punkte $B_2^1 C_2^1 D_2^1$ von s_2, so sind diese und A_2 homolog zu den Punkten $B_1 C_1 D_1$ und A_1 von s_1 in einer Projektivität des Netzes $(S_1 X_2)$, welche durch die Zuordnung von B_1 und C_1 zu B_2^1 und C_2^1 bestimmt ist. Verändert man nun die Lage der Strahlen des Strahlenbüschels X_2, so, dass man den Strahl $X_2 A_2$ in seiner Lage lässt, den Strahl $X_2 B_2^1$ um X_2 dreht, bis sein Schnittpunkt B_2^1 mit s_2, der auf s_2 läuft, in den Punkt B_2 fällt, ebenso für $X_2 C_2^1$, bis sein Schnittpunkt C_2^1 bei seinem Laufe auf s_2 in C_2 fällt, so kann man B_2 und C_2 als die Punkte auffassen, durch welche als homologe von B_1 und C_1 die Projektivität von $(S_1 X_2)$ bestimmt ist, der die Gerade $B_\beta C_\beta$ zugehört (§ 2). In dieser ist dann auch der Punkt D_2 der homologe zum Punkt D_1, weil die Gerade $X_2 D_\beta$ die Gerade s_2 in D_2 schneidet. Die Ueberführung der Punkte B_2^1 und C_2^1 in die Punkte B_2 und C_2 lässt sich auch so ausführen, dass man die Schnittpunkte B_α und C_α der Strahlen $X_2 B_2^1$ und $X_2 C_2^1$ mit den Strahlen $S_1 B_1$ und $S_1 C_1$ auf diesen sich bewegen lässt, bis sie in die Lagen B_β C_β gelangen, dabei gelangen die Punkte B_2^1 und C_2^1 in die Lagen der Punkte B_2 und C_2. Lässt man nun den Schnittpunkt D_α des Strahles $X_2 D_2^1$ mit dem Strahle $S_1 D_1$ auf diesem sich bewegen, bis er in die Lage von D_β kommt, so bewegt sich D_2^1 auf s_2, bis er

Digitized by Google

in die Lage des Punktes D_2 kommt. Also folgt: Wenn durch Drehung von $X_2 B_2'$ und $X_2 C_2'$ die Punkte B_2' und C_2' in die Endlagen B_2 und C_2 gelangen, so gelangt auch der Punkt D_2' durch Drehung von $X_2 D_2$ in die Lage D_2.

Da D_α jeder beliebige Punkt von $B_\alpha C_\alpha$ sein kann, so kann auch der Strahl $X_2 D_2'$ für jeden beliebigen vierten, von den betrachteten Strahlen verschiedenen Strahl von X_2 angesehen werden. Somit lassen sich die Punkte $B_2' C_2' D_2'$, die homologen Punkte von $B_1 C_1 D_1$ in der durch $B_\alpha C_\alpha$ bestimmten Projektivität von $(S_1 X_2)$ durch Drehung der Strahlen von X_2, auf denen sie liegen, um X_2 in die Lagen $B_2 C_2 D_2$ bringen, wo sie die homologen Punkte von $B_1 C_1 D_1$ in der durch $B_\beta C_\beta$ bestimmten Projektivität von $(S_1 X_2)$ sind und wo $B_2 C_2 D_2$ direct als die homologen Punkte von $B_1 C_1 D_1$ in der durch $B_\alpha C_\alpha$ bestimmten Projektivität von $(S_1 S_2)$ bestimmt wurden. Jeder beliebige Punkt D_2 von s_2 lässt sich also sowohl als der dem Punkt D_1 entsprechende Punkt in einer Projektivität von $(S_1 S_2)$ wie in einer von $(S_1 X_2)$ auffassen. Folglich sind die beiden projektiven Beziehungen identisch, und dies konnte dadurch gezeigt werden, dass eine im Netze $(S_1 X_2)$ zu s_1 $(B_1 C_1 D_1)$ homologe Punktreihe $B_2' C_2' D_2'$ auf s_2 durch Veränderung der Lagen ihrer Punkte auf s_2 in eine zweite Punktreihe $B_2 C_2 D_2$ von s_2 übergeführt werden konnte, von der man weiss, dass sie die homologe zu der Punktreihe $s_1 (B_1 C_1 D_1)$ in einer Projektivität des Netzes $(S_1 S_2)$ ist. Bei der Drehung der Strahlen von $X_2 B_2'$, $X_2 C_2'$, $X_2 D_2'$ um X_2 laufen die Schnittpunkte B_α, C_α, D_α mit den Strahlen $S_1 B_1$, $S_1 C_1$, $S_1 D_1$ auf diesen, bis sie in die Lagen B_β C_β D_β gelangen. Diese Punkte liegen aber in gerader Linie (§ 2). Somit gelangen bei der Ueberführung der Punkte $B_2' C_2' D_2'$ in die Punkte $B_2 C_2 D_2$, die Punkte B_α C_α D_α in die Lage B_β C_β D_β, d. h. die Gerade $B_\alpha C_\alpha$ geht in die Gerade $B_\beta C_\beta$ über, wenn die durch Zuordnung von B_1 und C_1 zu B_2 und C_2 bestimmte projektive Beziehung von $(S_1 S_2)$ nun als solche von $(S_1 X_2)$ aufgefasst wird, so dass in dem Netze $(S_1 X_2)$ B_β C_β die der Projektivität zugehörige Gerade ist. Da B_α C_α jede Gerade der

Digitized by Google

Ebene sein kann, so folgt, dass jede auf s_2 liegende Punktreihe, z. B. $A_2 B_2' C_2' D_2'$, die in einer projektiven Beziehung von $(S_1 X_2)$ die homologe zu der Punktreihe s_1 $(A_1 B_1 C_1 D_1)$ ist, übergeführt werden kann in eine Punktreihe $A_2 B_2 C_2 D_2$ von s_2, die in einer projektiven Beziehung von $(S_1 S_2)$ die zu s_1 $(A_1 B_1 C_1 D_1)$ homologe ist, und dass hierbei die Gerade $B_\alpha C_\alpha$, die der Beziehung von $(S_1 X_2)$ ursprünglich zugehörige Gerade in die Gerade $B_\beta C_\beta$ übergeht, welche bei der neuen Lage der Punktreihe $A_2 B_2' C_2' D_2'$ die der Projektivität von $(S_1 X_2)$ zugehörige Gerade bildet.

Damit ist gezeigt, dass durch eine gewisse Aenderung der Lagen der sämmtlichen Projektivitäten von s_1 und s_2 des Netzes $(S_1 X_2)$ die Identität desselben mit dem Netze $(S_1 S_2)$ zur Evidenz gebracht werden kann.

8. Die Identität der Netze $(S_1 S_2)$ und $(S_1 X_2)$ und auch dass der Nachweis derselben sich als eine Lagenveränderung von $(S_1 X_2)$ auf s_1 und s_2 bei fest bleibender Lage von $(S_1 S_2)$ auffassen lässt, ist im Vorigen mit Hilfe des im § 1 aufgestellten Satzes gezeigt worden. Der Beweis vereinfachte sich dadurch und wurde anschaulicher. Dass jene Resultate aber auch ohne Voraussetzung dieses Satzes gefunden werden können, wenn man gewisse Betrachtungen benutzt, welche sich auf die Möglichkeit beziehen, die Geraden der Ebene bei verschiedenen ihrer Anordnungen und Lagen immer als dieselbe Mannigfaltigkeit aufzufassen, so dass sie, als Mannigfaltigkeit, unabhängig von der Anordnung, in der sie vorgestellt werden, und von der Lage im Raume, in welcher man sie vorfindet, erscheinen, soll im Folgenden gezeigt werden.

Sieht man in der Figur die Strahlen $S_1 B_1$ und $S_1 C_1$ als gegeben an, so ist eine Gerade der Ebene durch zwei beliebig angenommene Punkte B_α und C_α dieser Strahlen bestimmt. Wir erhalten alle Geraden der Ebene, wenn wir für B_α und C_α jedes der ∞^2 Punktpaare dieser Strahlen eintreten lassen. Projiciren wir jetzt aus dem Punkt S_2 die Gerade $B_\alpha C_\alpha$, so werden

Digitized by Google

durch diese die Büschel S_1 und S_2 perspektiv auf einander bezogen. Umgekehrt schneiden sich die durch $B_\alpha C_\alpha$ perspektiv bezogenen Büschel S_1 und S_2 in der Geraden $B_\alpha C_\alpha$ und ordnet man den Strahlen $S_1 B_\alpha$ und $S_1 C_\alpha$ die Strahlen $S_2 B_\alpha$ und $S_2 C_\alpha$ zu, so ist die perspektive Beziehung von S_1 und S_2 und damit die Gerade $B_\alpha C_\alpha$ als Schnitt dieser Büschel bestimmt. Wir betrachten von nun an die Gerade $B_\alpha C_\alpha$, die vorher direct durch die Annahme der Punkte B_α und C_α bestimmt wurde, erzeugt als Schnitt der beiden perspektiven Büschel S_1 und S_2, deren Beziehung bestimmt ist durch die Zuordnung von $S_1 B_1$ und $S_1 C_1$ zu $S_2 B_2$ und $S_2 C_2$. Durch das Punktpaar $B_2 C_2$ von s_2 sind die beiden Strahlen von S_2 auch bestimmt, welche den Strahlen $S_1 B_1$ und $S_1 C_1$ zugeordnet, die perspektive Beziehung von S_1 und S_2 fest legen, durch welche die Gerade $B_\alpha C_\alpha$ erzeugt wird. Indem wir nun für $B_2 C_2$ der Reihe nach jedes Paar von s_2 nehmen und die Punkte desselben mit S_2 verbinden, werden wir den Büschel S_1 ∞^2 mal auf den Büschel S_2 perspektiv beziehen können; oder wie wir auch sagen können, S_2 ist der Scheitel von ∞^2 Büscheln, deren jeder perspektiv auf S_1 bezogen ist und zwar so, dass die zwei Strahlen irgend eines Paares der ∞^2 Strahlenpaare des Büschels S_2 den Strahlen $S_1 B_1$ und $S_1 C_1$ zugeordnet werden. Jede perspektive Beziehung des Büschels S_1 und eines der ∞^2 Büschel S_2 erzeugt eine Gerade der Ebene als Schnitt der perspektiven Büschel und wir erhalten sämmtliche Geraden der Ebene nun in der Weise, dass jede als Schnitt des Büschels S_1 mit einem der ∞^2 Büschel S_2 auftritt. — Ersetzen wir S_2 durch einen Punkt X_2, der auf $S_1 S_2$ liegt, so können wir jede der Geraden der Ebene auch als Schnitt des Büschels S_1 mit einem zu ihm perspektiven Büschel X_2 aus den ∞^2 Büscheln X_2 erhalten, deren perspektive Beziehung zu S_1 bestimmt wird, wenn wir je zwei Punkte von s_2 mit X_2 durch Strahlen verbinden und diese den Strahlen $S_1 B_1$ und $S_1 C_1$ zuordnen. — Betrachten wir jetzt speciell die Gerade $B_\alpha C_\alpha$. Ihr Schnittpunkt D_α mit dem beliebig angenommenen Strahl $S_1 D_1$ von S_1 wird aus S_2 in den Punkt D_2 von s_2 projicirt. Wir

Digitized by Google

können uns nun vorstellen, das das Projiciren der Punkte $A_\alpha\ B_\alpha\ C_\alpha\ D_\alpha$ in die Punkte $A_2\ B_2\ C_2\ D_2$ von s_2 eine Bewegung der Punkte $A_\alpha \ldots . D_\alpha$ auf den Geraden $S_2 A_\alpha \ldots S_2 D_\alpha$ vorstelle, bis sie nach s_2 in die Lagen $A_2 \ldots . D_2$ gelangen. Ebenso kann man sich auch vorstellen, dass durch die reciproke Construktion die Punkte $A_2 \ldots . D_2$ in die Lagen $A_\alpha \ldots D_\alpha$ gelangen. Da D_α jeder Punkt von $B_\alpha C_\alpha$ sein kann, so erhalten wir bei der ersten Annahme die Vorstellung, dass die ganze Gerade $B_\alpha C_\alpha$ Punkt für Punkt auf den Strahlen von S_2 in die Gerade s_2 übergeführt sei. Dasselbe gilt für jede Gerade der Ebene und wir erhalten so die Vorstellung, dass die sämmtlichen Geraden der Ebene auf s_2 gelagert sind. Ersetzen wir nun für die Construktion aller Geraden der Ebene den Punkt S_2 durch den Punkt X_2, so können wir die Vorstellung bilden, dass die sämmtlichen Geraden der Ebene noch ein zweites Mal auf s_2 gelagert sind, indem wir jede Gerade auf den Strahlen von X_2 in die Gerade s_2 überführen.

Wir haben nun die sämmtlichen ∞^2 Geraden der Ebene auf s_2 gelagert, ein Mal in einer Anordnung, erhalten durch Projektion aus S_2, und ein zweites Mal in einer zweiten Anordnung, erhalten durch Projektion aus X_2. Da die zwei Mal auf s_2 gelagerten ∞^2 Geraden aber auch bei dieser Lage nur eine und dieselbe Mannigfaltigkeit bilden, so muss jede Gerade auf s_2, die aus einer Geraden der Ebene auf den Strahlen eines Büschels S_2 in s_2 übergeführt wurde, auch aus einer Geraden der Ebene auf den Strahlen eines Büschels X_2 in s_2 übergeführt werden können. Wenn z. B. die Punkte $A_\alpha\ B_\alpha\ C_\alpha\ D_\alpha$ von $B_\alpha C_\alpha$ aus S_2 in die Punkte $A_2\ B_2\ C_2 D_2$ von s_2 übergeführt wurden, so ist es gewiss, dass auch die Punkte $A_x\ B_x\ C_x\ D_x$ einer anderen Geraden $B_x C_x$ aus X_2 in die Punkte $A_2 \ldots . D_2$ übergeführt werden können, und umgekehrt, dass die Punkte $A_2 \ldots . D_2$ von s_2, wenn in sie aus S_2 die Punkte $A_\alpha \ldots . D_\alpha$ übergeführt wurden, nun aus X_2 in die Punkte $A_x \ldots . D_x$ einer Geraden $B_x C_x$ übergeführt werden können. Um nun die Gerade, auf der $A_x\ B_x\ C_x\ D_x$ liegen, zu finden, projiciren wir die Punkte $A_\alpha\ B_\alpha\ C_\alpha\ D_\alpha$ aus

Digitized by Google

X_2 in die Punkte $A_2 B_2^1 C_2^1 D_2^1$ von s_2 und gewinnen damit die Vorstellung, dass die Gerade $B_\alpha C_\alpha$ Punkt für Punkt auf den Strahlen von X_2 in die Gerade s_2 ein zweites Mal übergeführt worden sei. Wir wollen jetzt mit den Strahlen von X_2 eine Drehung vornehmen, bei der der Strahl $X_2 A_2$ fest bleibt, während die Schnittpunkte $B_2^1 C_2^1 D_2^1$ der Strahlen X_2 ($B_2^1 C_2^1 D_2^1$) mit s_2 in die Lagen $B_2 C_2 D_2$ kommen. Nun sind $A_2 B_2 C_2 D_2$ nichts anderes als die Punkte $A_\alpha B_\alpha C_\alpha D_\alpha$ der ursprünglich angenommenen Geraden $B_\alpha C_\alpha$ in einer neuen Lage dieser Geraden; ebenso $A_2 B_2^1 C_2^1 D_2^1$ dieselben Punkte derselben Geraden $B_\alpha C_\alpha$ in einer zweiten neuen Lage. Die letzteren Punkte als Punkte von $B_\alpha C_\alpha$ in der zweiten neuen Lage dieser Geraden haben wir nun direct und Punkt für Punkt in die Punkte von $B_\alpha C_\alpha$ in der ersten neuen Lage dieser Geraden übergeführt, so dass jeder Punkt von $B_\alpha C_\alpha$ z. B. B_α im Punkte B_2 doppelt gelegt ist; wir können also uns vorstellen, dass die Gerade $B_\alpha C_\alpha$ auf s_2 zweimal liegt, so dass in den Punkten $A_2 \ldots\ldots D_2$ von s_2 die Punkte $A_\alpha \ldots\ldots D_\alpha$ doppelt liegen. Die untere Gerade $B_\alpha C_\alpha$ auf s_2 wurde aus der ursprünglichen Lage derselben auf den Strahlen S_2 in die Gerade s_2 übergeführt. Ersetzen wir nun S_2 durch X_2, so wird die obere Gerade $B_\alpha C_\alpha$ auf s_2, die ja mit der unteren identisch ist, wenn wir ihre Punkte auf den Strahlen von X_2 laufen lassen, in eine Endlage $B_x C_x$ in der Ebene kommen, welche wir dadurch bestimmen, dass wir untersuchen, wohin, wenn die Strahlen X_2 ($B_2^1 C_2^1 D_2^1$) um X_2 sich drehen, bis sie in die Lagen X_2 ($B_2 C_2 D_2$) kommen, ihre Schnittpunkte $B_\alpha C_\alpha D_\alpha$ mit den Strahlen S_1 ($B_1 \ldots\ldots D_1$), auf denen dieselben sich bewegen, gelangen. Schneiden nun $X_2 B_2$ und $X_2 C_2$ die Geraden $S_1 B_1$ und $S_1 C_1$ in B_β und C_β, so sind dieses die Endlagen B_x, C_x der Punkte B_α und C_α, $B_\beta C_\beta$ also die Geraden $B_x C_x$, in welche die obere in s_2 liegende Gerade $B_\alpha C_\alpha$ gelangt, wenn ihre Punkte auf den Strahlen von X_2 sich bewegen. Daraus folgt, dass auch D_2 als Punkt D_α der oberen Reihe bei der Bewegung auf $X_2 D_2$ in den Punkt D_β, den Schnittpunkt von $B_\beta C_\beta$ mit $S_1 D_1$ gelangt, in welchen der Punkt D_α als

Digitized by Google

Punkt der ursprünglichen Reihe bei seiner Bewegung auf $S_1 D_1$ gelangt.

Betrachten wir nun die Geraden s_1 und s_2, so sind sie einmal auf die Gerade $B_\alpha C_\alpha$ durch die Büschel S_1 bez. S_2 und ein zweites Mal auf die Gerade $B_\beta C_\beta$ durch die Büschel S_1 bez. X_2 perspektiv und daher zwei Mal projektiv auf einander bezogen. In beiden Beziehungen sind den Punkten $A_1 B_1 C_1$ die Punkte $A_2 B_2 C_2$, aber auch dem beliebigen vierten Punkte D_1 ist in beiden der Punkt D_2 zugeordnet, mithin sind die projektiven Beziehungen identisch und bilden eine und dieselbe Beziehung, welche sowohl im Netze $(S_1 S_2)$ als auch im Netze $(S_1 X_2)$ liegt. Da dies für je zwei projektive Beziehungen der beiden Netze gilt, so sind die Netze selbst identisch und können als das eine Netz $(A_1 A_2)$ betrachtet werden.

In der ersten Note § 5 war ausgeführt worden, dass bei der Construktion des Netzes $(S_1 S_2)$ dem Punkt A_1 der Punkt A_2 und den beiden willkürlich angenommenen festen Punkten B_1 und C_1 von s_1 je zwei beliebige Punkte B_2 und C_2 von s_2 entsprechend gefunden werden. Es wurde gezeigt, dass man dieselbe Beziehung von s_1 und s_2 bei der Construktion des Netzes $(X_1 X_2)$ erhält und hieraus geschlossen, dass die beiden Netze identisch sind. Aus dem Vorigen erhellt nun, dass dieser Schluss vollkommen berechtigt war, da auch der Satz, dass in zwei Projektivitäten der Netze $(S_1 S_2)$ und $(X_1 X_2)$ (§ 3), welche durch die Zuordnung von $A_1 B_1 C_1$ zu $A_2 B_2 C_2$ bestimmt sind, auch jedem vierten Punkte D_1 derselbe Punkt D_2 zugeordnet ist, implicite in der der Schlussfolgerung zu Grunde liegenden Anschauung schon enthalten ist, wie aus den jetzigen Ausführungen explicite zu Tage tritt.

Auch dass der Nachweis der Identität von $(S_1 S_2)$ und $(S_1 X_2)$ durch eine Lagenveränderung des einen der Netze geführt werden kann, geht aus der Betrachtung hervor.

Was noch den Fundamentalsatz betrifft, so ist hier im § 8 zunächst nur gezeigt, dass eine Projektivität durch drei Paare homologer Punkte vollkommen und eindeutig bestimmt ist, wenn

Digitized by Google

sie in einem gewissen, der durch die drei Paare bestimmten Netze nämlich im Netze $(A_1 A_2)$ liegt. Der Beweis, dass sie auch in jedem anderen Netze liegt, das durch ein Paar ihrer homologen Punkte bestimmt ist, und auch als eine Projektivität dieses Netzes construirt werden kann, wird in der ersten Note § 7 geführt, nachdem erst die Gesammtheit der möglichen projektiven Beziehungen von s_1 und s_2 ermittelt worden ist. In dieser Arbeit (§ 4) konnte der Beweis mit Hilfe des in § 1 aufgestellten Hilfssatzes und in anderer Weise in § 6 noch mit Benutzung eines zweiten Satzes über die gemeinschaftlichen Projektivitäten zweier Netze direct, d. h. bevor man die Gesammtzahl aller möglichen Projektivitäten kannte, geführt werden.

In derselben Sitzung (27. Januar 1888) trug Herr Privatdocent Dr. A. Elsas vor:

Kritische Untersuchungen über Secundärelemente.

Je mehr die Technik anerkennt, dass ein Urtheil über die wirthschaftliche Brauchbarkeit der Secundärelemente nicht gefällt werden kann, so lange nicht der Process der Stromhildung in denselben vollständig physikalisch analysirt worden ist, desto dringender tritt an den Physiker die Aufgabe heran, durch methodische Experimentaluntersuchungen die Herbeiführung der Entscheidung zu beschleunigen.

In diesem Sinne wird eine Reihe kritischer Versuche, welche ich auf Grund eines vorangegangenen eingehenden Studiums in einem Experimentalcolleg über Accumulatoren vorgeführt habe, der Veröffentlichung nicht unwerth erscheinen.

1. Die Frage, welches ist der Elektrolyt, der bei der Ladung und Entladung eines Planté'schen Accumulators zersetzt wird, beantwortet eine neuere Untersuchung über die Secundärelemente [1]) in sehr scheinbarer Weise dahin, dass eine Wasser-

1) W. Häberlein, Ueber die Beziehungen der elektrischen Grössen und den Nutzeffect von Secundärelementen; Wiedemann's Annal. 31, p. 393. 1887.

Digitized by Google

zersetzung eintrete. Die elektrolytisch aus der verdünnten Schwefelsäure ausgeschiedenen Gase, Wasserstoff und Sauerstoff, würden dann secundär auf die Elektroden wirken, bei der Ladung im entgegengesetzten Sinne, wie bei der Entladung. Indessen ist gegen diese Auffassung von vornherein geltend zu machen, dass zur elektrolytischen Zersetzung des Wassers zwischen unlöslichen Elektroden eine sehr hohe elektromotorische Kraft erforderlich ist, sagen wir 2,8 Volt, die bedeutend grösser ist, als die elektromotorische Kraft der Polarisation, welche dem Strom bei der Ladung des Accumulators entgegenwirkt, nämlich 2,2 Volt, während bei der Entladung der Accumulator sogar nur eine elektromotorische Kraft von 2 Volt höchstens besitzt.

Auch E. Reynier hält die verdünnte Schwefelsäure für die elektrolytische Flüssigkeit des Accumulators und nimmt an, dass der Zersetzungsprozess reversibel ist. Nach ihm entspricht das sich entladende Secundärelement zu Anfang dem Schema $Pb\,|2H_2SO_4|\,PbO_2$, zu Ende dem Schema $PbSO_4\,|2H_2O|\,PbSO_4$, während bei der Ladung aus dem Bleisulfat secundär einerseits Blei abgeschieden, andrerseits Superoxyd gebildet wird.

Nun ist die Bildung von Bleisulfat an beiden Elektroden von so vielen Experimentatoren constatirt und untersucht worden, dass an der Thatsache selbst nicht wohl mehr gezweifelt werden kann; während aber die Einen sie für eine nothwendige Bedingung der Accumulatorenwirkung halten, sollen wir sie nach Anderen als einen höchstens durch den Schutz, welchen die unlösliche Sulfatschicht den Elektroden beim Stehen des Accumulators gewährt, nützlichen secundären Process betrachten.

2. Dieser Meinungsverschiedenheit gegenüber ist eine Untersuchung von Herrn Tscheltzow[1]) von besonderem Interesse. Derselbe bestimmte die Wärmewerthe verschiedener chemischer Processe, welche denkbarerweise im Accumulator statthaben könnten, und fand, dass bei der Umwandlung beider Elektroden in Bleisulfat 88,60 Cal. frei würden, einer elektromotorischen

1) Tscheltzow, C. R. 100, p. 1458; 1885.

Digitized by Google

Kraft von 1,93 Volt entsprechend. Da aber diese Zahl sehr nahe mit der beobachteten elektromotorischen Kraft des Entladungsstromes übereinstimmt, muss man nicht allein schliessen, dass die Sulfatbildung der wesentliche chemische Process ist, sondern, wie mir scheint, weiter folgern, dass $PbSO_4$ der Elektrolyt des Accumulators ist. Schon Herr O. Lodge [1]) hat darauf aufmerksam gemacht, dass eine mit Wasser übergossene Schicht von Bleisulfat zwischen Platinplatten elektrolysirt werden kann und Bleisuperoxyd auf der Anode abscheidet, womit zusammenhängt, dass das Sulfat nicht ganz unlöslich sein kann.

Indessen muss die Thatsache beachtet werden, dass zur Erreichung der höchstmöglichen Leistungsfähigkeit des Accumulators nach Planté die Ladung mit einer zur Wasserzersetzung genügenden elektromotorischen Kraft geschehen und fortgeführt werden muss, bis Gasblasen an den Elektroden auftreten. Setzt man die Ladung noch weiter fort, so wächst die dem Ladungsstrom entgegenwirkende elektromotorische Kraft über den Werth von 2,2 Volt hinaus [2]) und erreicht unter Umständen sogar 2,8 Volt. Löst man dann den Accumulator von der ladenden Säule und lässt ihn sich sofort entladen, so hat auch die elektromotorische Kraft der Entladung nahezu diese Grösse, freilich nur für Secunden, was darauf hinweist, dass nach vollendeter Ladung des Accumulators die Gase Wasserstoff und Sauerstoff sich auf den Platten des Voltameters $Pb\,|\,H_2SO_4\,|\,PbO_2$ aus Wasser abscheiden, wie bei der Combination $Pt\,|\,H_2SO_4\,|\,Pt$ auf den Platinplatten, und dass bei der Entladung sich zunächst wieder H_2 und O zu H_2O vereinigen. Für den ferneren Verlauf der Entladung, welchem die längere Zeit constante elektromotorische Kraft von 1,9 bis 2 Volt zukommt, würde dann, dem von Berthelot experimentell begründeten Gesetz der Elektrolyse [3]) entsprechend, ein anderer chemischer Process anzunehmen sein.

1) O. Lodge, Nature **26**, p. 596; 1882.

2) Vgl. z. B. Häberlein, a. a. O. p. 410, tab. VII und VIII.

3) Berthelot, Ueber die Grenzen der Elektrolyse, Ann. de chimie et de phys. (5) **27**, p. 89.

Digitized by Google

Ich stelle mir den Ladungsvorgang, um von diesem zuerst zu sprechen, folgendermassen vor: Setzt man einen Accumulator frisch zusammen, taucht also reine Bleiplatten in reine verdünnte Schwefelsäure und sendet einen Ladungsstrom hindurch, so wird an der Anode zunächst eine Oxydation eintreten, an der Kathode Blei zu Sulfat gelöst werden, wodurch secundär Wasserstoff ausgeschieden wird. Es erscheint dann $PbSO_4$ als Elektrolyt. Die Reactionen verlaufen zunächt nach den Formeln:

an der Kathode $Pb + H_2SO_4 = PbSO_4 + H_2$ [1])

an der Anode $Pb + O = PbO$.

Sobald die Anode mit Oxyd bedeckt ist, muss der Process ein anderer werden und die elektromotorische Gegenkraft muss wachsen, indem die Oxydation fortschreitet:

$$PbO + O = PbO_2.$$

Ist diese Stufe erreicht, so kann eine Wasserzersetzung eintreten, bei welcher die mit Superoxyd bedeckte Platte sich wie die Platinanode in einem Wasser-Voltameter verhält und Sauerstoff aufnimmt, der nur noch secundär chemisch wirken kann, sonst aber entweicht.

Bei der ersten Phase der Ladung sind die wesentlichen Vorgänge, welche die elektromotorische Gegenkraft des Accumulators veranlassen, die Zerlegung von Bleisulfat durch den Strom und die gleichzeitige Oxydation der Anode; die Sulfatbildung an der Kathode ist im eigentlichen Sinne eine secundäre Action, die permanent unter Ausscheidung von Wasserstoffgas stattfindet, ohne durch den Strom direct verursacht zu sein. Ist diese Auffassung richtig, so folgt aus den Daten von Tscheltzow, dass der Wärmewerth des Processes 32,16 Calorien beträgt, welchem eine elektromotorische Gegenkraft von 0,70 Volt entspricht. Der zweiten Phase der Ladung käme der Wärmewerth 44,30 Cal., die elektromotorische Kraft 0,96 zu.

---

1) Die Sulfatbildung findet nur bei frisch bereiteter Säure statt; sie bleibt aus, wenn die Flüssigkeit schon Sulfat enthält und auch, wenn die elektromotorische Kraft des Ladungsstroms gering ist.

Digitized by Google

3. Die experimentelle Stütze für die obigen Erklärungen, deren hypothetischer Charakter nicht verkannt werden darf, sehe ich in folgenden Versuchen:

Schliesst man ein Daniell-Element mit einem Paar frisch geschabter Bleistreifen in reiner verdünnter Schwefelsäure und dem Nebenschluss 0/10 einer Siemens'schen Sinus-Tangenten-Boussole zu einem Stromkreise zusammen, so beobachtet man leicht das Anwachsen der elektromotorischen Gegenkraft. Bei einem Instrument von 128,4 S.-E. Widerstand war der Ausschlag, den ein Daniell von nahe 1,1 Volt gab, wenn statt des Bleivoltameters ein Draht von nahezu demselben Widerstand eingeschaltet war, 70°; nach Einschaltung des Voltameters fiel der Ausschlag schnell auf etwa 26° und dann langsam auf 18°. Da der Widerstand des Stromkreises sich erfahrungsmässig wenig änderte, kann man die Tangenten der Ausschläge den wirksamen elektromotorischen Kräften proportional setzen, und man erhält so:

Ausschläge	Tangenten	Elektrom. Kräfte	Gegenkraft des Voltam.
70°	2,747	1,10 Volt	
26°	0,4877	0,19 »	0,91 Volt
18°	0,3249	0,13 »	0,97 »

Man sieht, dass sehr schnell die zweite Phase der Ladung erreicht wird, und beobachtet, dass Wasserstoff an der Kathode entweicht.

Zweitens verbinde man das Voltameter mit den mittleren Näpfen eines Quecksilber-Umschalters, während die anderen Näpfe einerseits mit einer Batterie von grösserer elektromotorischer Kraft (ich benutzte abwechselnd 5 Meidinger und 8 Leclanché-Elemente), andererseits mit einem Stromkreise, welcher ausser dem Galvanometer einen grösseren Widerstand enthält, verbunden sind. Hierbei verbinde man einige Secunden lang das

Digitized by Google

Voltameter mit der Säule, lege darauf in den Galvanometerkreis um, verbinde wieder u. s. w. So kann man, wenn man die Dauer der Ladungen allmählich vergrössert, die einzelnen Stufen der Ladungen verfolgen, indem man die elektromotorische Kraft der Entladung durch einen grösseren Widerstand beobachtet. Bei ca. 1000 S.-E. eingeschaltetem Widerstand wurden nacheinander die ersten Ausschläge 12,5°, 14,5°, 15°, 15,5° beobachtet. Darauf wurde ein Sprung auf 34° constatirt; aber die Nadel blieb nur wenige Secunden in dieser Lage, und sank fast momentan auf 16° Grad und dann langsam weiter. Nach nochmaliger Verbindung mit der Batterie bleibt die Nadel schon länger über 34 bis 35° stehen, und bald erhält man erste Ausschläge bis 40 und 45° und grössere Constanz des Entladungsstroms.

Das zum Vergleich dienende Daniell-Element gab 23° Ausschlag, woraus sich berechnet, dass den Ausschlägen

12,5°	14,5°	15°	15,5°	34°	40°	45°
0,57	0,67	0,69	0,72	1,75	2,17	2,59

Volt elektromotorische Kraft entsprechen. Hierbei treten deutlich zwei Phasen der Entladung in die Erscheinung. Das vorhin besprochene Experiment zeigte eine Phase der Ladung, welcher die elektromotorische Kraft 0,96 Volt, der Wärmewerth 44,3 Calorien entspricht; hier haben wir eine Entladung, der offenbar diese Phase der Ladung vorhergegangen sein muss, mit der anfänglich elektromotorischen Kraft 0,70 Volt und dem Wärmewerth 32,16 Cal.

Daraus ist zu folgern, dass bei dieser Entladung PbO zu Pb reducirt und an der Pb-Elektrode Sulfat gebildet wird, und dieser Process erscheint erklärlich, da bei der Ladung mit schwacher elektromotorischer Kraft (1 Daniell) nur eine unerhebliche Schicht PbO_2 erzeugt sein kann, welche zu PbO reducirt wird, ehe die Nadel des Galvanometers zur Ruhe kommt während bei der stärkeren Ladung der Abfall der elektromotorischen Kraft anzeigt, dass alles PbO_2 umgewandelt ist.

4. Welchen Entladungsprocess hat man sich nun vorzustellen, wenn der Accumulator mit einer starken Säule zum Maximum

Digitized by Google

der elektromotorischen Kraft geladen ist? In den ersten Augenblicken wird der Wasserstoff auf der *Pb*-Elektrode und der freie Sauerstoff auf der PbO_2-Elektrode zu einer Bildung von Wasser Veranlassung geben, wie bei dem Wasservoltameter mit Platinplatten.

Darauf aber wird eine Sulfatbildung an beiden Elektroden eintreten, wobei dann auch Bleisulfat als der Elektrolyt des Accumulators erscheint. An der *Pb*-Elektrode wird SO_3 und O abgeschieden und hierdurch Sulfat erzeugt. An frischen Elektroden beobachtet man daneben eine lebhafte Wasserstoffentwickelung, welche wohl dadurch zu Stande kommt, dass das Jon O sich mit dem freien Wasserstoff auf der *Pb*-Platte verbindet, während gleichzeitig die Reaction: $Pb + SO_3 + H_2O = PbSO_4 + H_2$ stattfindet, so dass der Wasserstoff immer wieder ersetzt wird. An der PbO_2-Elektrode wird das nascirende Blei die Veranlassung zu einem der folgenden Processe geben:

$$Pb + H_2SO_4 = PbSO_4 + H_2;\ H_2 + PbO_2 + H_2SO_4 = PbSO_4 + 2H_2O$$

$$Pb + 2PbO_2 = Pb_3O_4;\ Pb_3O_4 + 2H_2SO_4 = 2PbSO_4 + 2H_2O + PbO_2.$$

Jedenfalls wird ein PbO_2 der Elektrode in Sulfat umgewandelt.

Der Wärmewerth, welcher für die elektromotorische Kraft der Entladung massgebend ist, muss daher der Umwandlung beider Elektroden in Sulfat entsprechen, also nach Tscheltzow 88,60 Cal. betragen (äquivalent 1,93 Volt).

Der Theorie nach muss die Entladung mit constanter elektromotorischer Kraft erfolgen, bis alles PbO_2 in Sulfat umgewandelt ist. In Wirklichkeit aber bringt schon der Umstand, dass das Bleisulfat fast unlöslich ist, andere Verhältnisse mit sich, z. B. veranlasst das Sulfat, welches die *Pb*-Platte bedeckt, eine Oxidation derselben und somit den Abfall der elektromotorischen Kraft, ehe das Superoxyd völlig aufgelöst ist.

5. Es liegt die Frage nahe, warum innerhalb gewisser Grenzen, die man nicht eng nennen kann, die elektromotorischen

Digitized by Google

Kräfte bei der Ladung sowohl wie bei der Entladung sich continuirlich ändern, während doch der Uebergang von einem chemischen Process zu einem anderen einen Sprung bedeutet. Bei der Entladung z. B. dauert der Abfall von 2,17 Volt bis 1,75 Volt selbst bei den benutzten Bleistreifen von nur 10 qcm Fläche einige Minuten und der weitere Abfall auf 0,70 Volt geschieht zwar schnell, aber doch nicht gerade sprungweise. Herr Häberlein folgert [1]), dass der plötzliche oder rasche Abfall der elektromotorischen Kraft bei der Entladung eine Polarisation der Platte durch Gase anzeige. Indessen scheint mir folgende Erklärung den Vorzug zu verdienen: Da die Platten nicht an allen Stellen absolut gleich sind, wird an einzelnen Stellen der Uebergang zu dem minderwerthigen chemischen Process früher erfolgen, als an andern, und erst nach einiger Zeit nimmt die ganze Platte an dem neuen Process theil. So hat man denn gewissermassen zwei verschiedene elektromotorische Kräfte nebeneinander im Stromkreise, die zu einer scheinbaren Resultante zusammenwirken, und diese ändert sich continuirlich, weil die Oberfläche der einen Componente stetig wächst, die der anderen stetig abnimmt.

6. Man pflegt die Wirkungsweise der Accumulatoren nach Faure dadurch zu erklären, dass die auf die Bleiplatte aufgetragene Mennige, respektive ihre Umsetzungsproducte mit Schwefelsäure, Bleisulfat und Bleisuperoxyd, sowohl während der Ladung als während der Entladung durch die bei der Zersetzung der Schwefelsäurelösung freiwerdenden Jonen secundär verändert werden. Dieser Auffassung zufolge würde der chemische Process in dem Faure-Accumulator derselbe sein, wie in dem von Planté.

Verschiedene Versuche, auf welche näher einzugehen ich jetzt keine Veranlassung habe, führten mich indessen zu der Ansicht, dass diese Vorstellung nicht zureichend ist, vielmehr angenommen werden muss, es werde durch das Hinzubringen der Mennige sofort eine elektrolysirbare Bleilösung erzeugt, welche sich beim

1) W. Häberlein, a. a. O.

Digitized by Google

Planté-Accumulator erst durch die »Formation« in hinreichendem Maasse bildet.

Zur Stütze meiner Auffassung habe ich Accumulatoren ohne Schwefelsäure construirt und einige Exemplare derselben ein Vierteljahr lang in fortwährenden Gebrauch genommen, von Zeit zu Zeit durch Verdunstung verloren gegangenes Wasser ersetzend, sonst aber ohne alle Veränderung der ursprünglichen Zusammensetzung.

Die Bleielektroden dieser Accumulatoren sind beiderseits offene Cylinder. Der Zwischenraum zwischen denselben wird mit einem Brei aus Mennige, Gyps und Brunnenwasser ausgegossen. Nach dem Erstarren des Breis hat man also gewissermassen trockene Accumulatoren. Man kann dieselben ohne weitere Vorbereitung laden, aber auch zuvor die Mennige durch Eintauchen in verdünnte Schwefelsäure in ein Gemisch von Superoxyd und Sulfat umwandeln und die etwa zurückbleibende Schwefelsäure mit Wasser ausziehen oder mit Kalilösung neutralisiren, worauf das lösliche Salz ausgespült wird. Begreiflicherweise haben solche trockene Accumulatoren einen inneren Widerstand, der sehr viel höher ist, als wenn dieselben Platten in verdünnte Schwefelsäure getaucht würden; sorgt man aber dafür, dass sie (mit Brunnenwasser) immer feucht gehalten werden, so verringert sich der innere Widerstand immer mehr, je öfter sie gebraucht werden. Bei einem Element von ca. 15 cm Höhe, 8 cm äusserem und 7 cm innerem Durchmesser, an welches kein Tropfen Säure gekommen war, sank z. B. der Widerstand von anfänglich 10 bis 12 Ohm auf 0,8 bis 1,0 Ohm; dabei behielt die Mennige ihre frischrothe Farbe während eines mehrmonatlichen Gebrauches. Bei verschiedenen Elementen zeigt sich natürlich ein grosser Unterschied der Widerstände.

Beide trockene Accumulatoren aber:

I. mit in Schwefelsäure umgewandelter Mennige,

II. mit unveränderter Mennige in Brunnenwasser

laden sich zur selben elektromotorischen Kraft, wie ein Planté-Accumulator. Man überzeugt sich hiervon in einfacher Weise,

Digitized by Google

indem man die beiden Accumulatoren mit einem bereits formirten Bleiplattenpaar in verdünnte Schwefelsäure hintereinander in einen Stromkreis von 12 bis 15 Volt schaltet und solange lädt, bis in dem Schwefelsäure-Accumulator Gasblasen aufsteigen. Oeffnet man dann den Ladungsstrom und verbindet die Elemente einzeln mit einem Galvanometer von grossem Widerstand, so geben sie nahe gleiche Ausschläge und die Differenzen sind nicht erheblicher, als man sie bei verschiedenen Planté-Accumulatoren findet. Beispielsweise gaben die drei Elemente an der Siemens'schen Tangenten-Boussole mit Einschaltung von 1000 S.-E. Widerstand 36 bis 36,5° anfänglichen Ausschlag, entsprechend 1,80 bis 1,83 Daniell, also nicht ganz 2 Volt.

Sind die trockenen Accumulatoren öfter geladen und entladen worden, so zeigen sie bei der Entladung durch einen grösseren Widerstand dasselbe Verhalten wie die Secundärelemente mit Schwefelsäure. Zeichnet man die Entladungscurven auf, so zeigt sich immer fast derselbe Verlauf, wenn die Ladung und der Widerstand des Stromkreises bei den verschiedenen Elementen gleich war. Nur tritt meist der Abfall der elektromotorischen Kraft (wie man es auch bei den Faure-Accumulatoren beobachtet) früher ein, nimmt dafür aber einen langsameren Verlauf, wie bei den meisten Planté-Elementen.[1])

Die Nutzeffecte sind zu Anfang des Gebrauchs, wie sich erwarten lässt, sehr gering, oft erhält man nicht einmal 30% der zum Laden aufgewendeten Stromarbeit wieder; allmählich aber verbessern sich die Elemente ganz bedeutend, und in einigen, freilich seltenen Fällen habe ich Nutzeffecte von 85 % beobachtet.

7. Es ist aus dem Vorhergehenden ersichtlich, das Mennige-Accumulatoren der Schwefelsäure nicht bedürfen. Dabei scheint die Thatsache, dass die elektromotorischen Kräfte der Entladung

---

1) Bei Kurzschluss der Elemente (durch ein Galvanometer von geringem Widerstand) zeigen sich natürlich erhebliche Verschiedenheiten, die sich aus dem verschiedenen inneren Widerstand von selbst erklären und daher ohne besondere Wichtigkeit sind.

Digitized by Google

mit Schwefelsäure nicht anders gefunden werden, wie ohne Schwefelsäure, gegen die aus Zahlen Tscheltzow's gezogenen Schlüsse auf den chemischen Process zu sprechen.

Oeffnet man einen Mennige-Accumulator ohne Schwefelsäure (Bleistreifen in Pappschächtelchen, die mit dem Brei ausgegossen werden, dienen sehr gut zu Vorlesungsversuchen), so sieht man an der einen Elektrode eine fest adhärirende Schicht von Bleisuperoxyd, an der andern einen grauschwarzen Bleiüberzug, und an beiden Elektroden geht eine dunkele Färbung etwas unter die Oberfläche der Mennige. Offenbar ist Mennige, Pb_3O_4, in Blei und Superoxyd zerlegt worden bei der Ladung, und es tritt bei der Entladung der rückläufige Process ein. Fasst man die Mennige als Bleisalz einer hypothetischen, vierbasischen Bleisäure auf, so würde Pb_2PbO_4 der Elektrolyt sein und an der Kathode Pb_2, an der Anode $PbO_2 + O_2$ ausgeschieden werden, wobei noch der Sauerstoff ein Pb der Anode zu Superoxyd oxydirt. Hiernach ist erklärlich, warum der Faure-Accumulator nicht der langwierigen Formirung bedarf, wie der Planté'sche. Bei der Entladung würde an beiden Elektroden wieder Pb_2PbO_4 gebildet werden, wie beim Planté-Element $PbSO_4$. Merkwürdig, wenn auch nicht unerklärlich, würde nur sein, dass den beiden Elementen, mit und ohne Schwefelsäure, gleiche elektromotorische Kräfte, den verschiedenen chemischen Processen gleiche Wärmetönungen entsprechen sollen. Leider fehlen die thermochemischen Daten über die Umwandlungen der Mennige, weshalb ich mich auf die Constatirung des Thatsächlichen beschränke.

Es wäre zu erwarten, dass ein Mennige-Accumulator ohne Schwefelsäure seine Ladung beim Stehen besser hielte, als andere; das ist indessen nicht der Fall. Ich habe bei vielen Elementen Entladungen mit Ruhepausen vorgenommen und stets einen Verlust während der Ruhezeit gefunden; jedoch schwankten die Verhältnise so sehr, dass ich kein Urtheil darüber gewinnen konnte, welcher Art von Elementen ein Vorzug zukomme.

Ehe wir uns anderen Arten von Secundärelementen zuwenden, möchte ich noch auf einen sehr instructiven Vorlesungs-

Digitized by Google

versuch hinweisen. Lädt man einen Accumulator mit Schwefelsäure, dessen innerer Widerstand klein ist, mit einer kleinen Hand-Dynamomaschine, so hat man nur eine geringe Anstrengung nöthig, um das Rad mit einer bestimmten Geschwindigkeit zu drehen, während man dieselbe Umdrehungsgeschwindigkeit nur mit Mühe erreicht, wenn man einen trockenen Accumulator mit grossem Widerstand zu laden versucht.

8. Wenn in den Mennige-Accumulatoren das Blei und Superoxyd wirklich aus der Mennige stammen, so muss sich zeigen lassen, dass die Blei-Elektroden durch andere ersetzt werden können, welche nicht angegriffen werden. Zu diesem Behufe eignen sich sehr gut Kohlen für Bogenlampen in Mennige-Gyps-Brei. Man constatirt leicht eine elektromotorische Kraft von 1,8 bis 1,9 Volt, und die Entladung erfolgt selbst bei dünnen Stäben langsam genug.

Dieser Accumulator, Kohle in Mennige, ist auch interessant als Repräsentant einer Klasse von Secundärelementen, in welchen eine Bleiverbindung zwischen indifferenten Elektroden zerlegt wird. Man kennt eine ganze Reihe von Bleiverbindungen, welche bei der Elektrolyse an der Anode Bleisuperoxyd bilden, und es hat wenigstens ein theoretisches Interesse, zu untersuchen, inwiefern sich dieselben zu Secundärelementen verwenden lassen.

Ich möchte besonders auf einige zu Vorlesungs-Demonstrationen sehr geeignete Einrichtungen hinweisen.

Ein Accumulator mit Bleizuckerlösung und Kohlenelektroden wurde hergestellt, indem man gut leitende harte cylindrische Kohlenstäbchen durch entsprechende Oeffnungen im Kork eines Pulverglases steckte und dieselben oberhalb mit Klemmschrauben für Leitungsdrähte versah. Das Glas musste so hoch sein, dass die Elektroden nicht dem Boden desselben nahe kamen; als Füllflüssigkeit diente eine ziemlich concentrirte wässerige Lösung von Bleiacetat. Der Strom von 5 Meidinger-Elementen schlug in kurzer Zeit auf der Kathode krystallinische Bleiblättchen nieder, während die Anode einen schwarzen, spiegelnden Ueberzug von Superoxyd erhielt. Wird die Ladung länger fortgesetzt (2 bis

Digitized by Google

3 Stunden), so bilden sich an der Kathode schöne farnblattähnliche Bleigebilde, die allmählich bis zur Anode fortwachsen, weshalb die Elektroden einander nicht zu nahe stehen dürfen. Daneben fällt schwammiges Blei auf den Boden des Gefässes.

Dies kleine Secundärelement nimmt eine verhältnissmässig grosse Elektricitätsmenge auf und hält die Ladung sehr gut, so lange die Lösung nicht zu sehr verdünnt ist. Der Entladungsstrom hat eine elektromotorische Kraft von 1,4 bis 1,5 Volt, wenn man die Entladung gleich nach der Ladung vornimmt. Lässt man aber das Element erst eine Zeitlang stehen, so sinkt die elektromotorische Kraft auf 1,1 Volt und darunter, wahrscheinlich, weil sich die *Pb*-Elektrode mit einer Oxydhaut überzieht. — Als Elektrolyt fungirt das Bleiacetat und bei der Entladung wird wieder an beiden Elektroden essigsaures Blei gebildet. Dabei sieht man in auffälliger Weise, dass der in qualitativer Hinsicht reversible chemische Process quantitativ keineswegs reversibel ist. Alles auf den Boden des Gefässes niedergefallene Blei wird nicht wieder gelöst, das an der Elektrode ausgeschiedene nur theilweise; es wird demnach mindestens so viel Arbeit verloren gegangen sein, als die Ausscheidung dieser Bleimengen erforderte. Ueberdies verringert sich der Nutzeffect bei fortgesetztem Gebrauch des Elementes, da die Substanz, an welche sich der chemische Process knüpft, nämlich der Bleizucker in der Lösung, allmählich aufgebraucht wird. Das Verhalten aller Secundärelemente mit indifferenten Elektroden und Bleisalzlösungen bildet einen gewissen Gegensatz zu dem der Planté-Accumulatoren. In jenen wird die Lösung zerstört und muss erneuert werden, in diesen werden die Platten corrodirt und bedürfen eines Ersatzes.

Auch an dem eben beschriebenen Element kann man zeigen, dass verschiedenen elektrolytischen Processen verschiedene elektromotorische Kräfte entsprechen und umgekehrt. Ein Daniell-Element reicht nicht aus, den Accumulator in der besprochenen Weise zu laden; gleichwohl polarisirt es ihn, wobei eine elektromotorische Gegenkraft von nahe 0,5 Volt von dem Accumulator

Digitized by Google

ausgeübt wird, und man erhält von dieser Ladung einen Polarisationsstrom von 0,2 bis 0,3 Volt.

Aehnlich wie die Bleizuckerlösung lassen sich auch andere Bleilösungen zu Ladungssäulen verwenden, so namentlich Bleioxyd-Kali. Da in letzterer Lösung die elektrolytische Substanz infolge secundärer Processe an der Anode sich stets von selbst erneuert [1]), liesse sich erwarten, dass ein Accumulator, bestehend aus Bleiplatten in verdünnter Kalilauge, ganz wie ein Planté-scher, eine immer bessere Ladungsfähigkeit annähme, weil sich der Elektrolyt allmählich durch den Ladungsprocess erzeugt und erneuert.

Macht man aber den Versuch, so zeigt sich auffällig, dass nicht etwa die verdünnte Kalilösung zersetzt und durch secundär ausgeschiedenen Wasserstoff und Sauerstoff eine Reduction respective Oxydation der Elektroden eingeleitet wird. Die Bleiplatten polarisiren sich nicht wesentlich, selbst wenn man einen starken Strom stundenlang »laden« lässt. Trotzdem eine lebhafte Elektrolyse stattfindet und an der Kathode viel Blei abgeschieden wird, auch die Anode sich mit einer braunen Oxydschicht bedeckt, erhält man nur einen kurz dauernden schwachen Entladungsstrom.

Beim Schwefelsäure-Accumulator wird durch die Ladung zuerst eine Elektrolyse von geringer Wärmetönung eingeleitet; nachdem hierbei eine Veränderung der Anode stattgefunden hat, tritt ein chemischer Process von höherem Wärmewerth ein, später ein anderer, welcher noch mehr Arbeit des Ladungsstroms verlangt. Beim Kalilauge-Accumulator tritt keine ähnliche Steigerung ein. Dennoch kann man auch mit Kalilauge einen wirksamen Accumulator construiren. Man hat nur nöthig, auf der Bleiplatte, welche als Anode bei der Ladung dienen soll, vorgängig eine dichte Superoxydschicht zu erzeugen, beispielsweise, indem man sie einige Zeit in Schwefelsäure als Anode verwendet

1) Becquerel hat schon 1843 die Elektrolyse von Bleioxyd-Kali sorgfältig studirt. Vgl. G. Wiedemann, Die Lehre von der Elektricität. II, p. 578.

Digitized by Google

und (nach gehöriger Abspülung mit Wasser) dann erst in der Kalilauge einer frischen Bleiplatte gegenüberstellt.

Ein solcher Accumulator beginnt seine Entladung, wenn er eine Zeit lang in Gebrauch gewesen ist, mit einer elektromotorischen Kraft, die nicht viel geringer ist, als diejenige des Planté-Elementes; sehr bald aber tritt ein Abfall auf 1,2 Volt und darunter ein, so dass der eigentliche Entladungsstrom dem eines Daniell-Elementes nahe gleich ist. Die Ursache dieser Erscheinung ist wahrscheinlich in einer Oxydschicht zu suchen, die sich auf die Superoxydschicht lagert. Lässt man das Element geladen stehen, so verliert es bald seine elektromotorische Kraft. Damit ist indessen nicht gesagt, dass es viel von seiner Ladung verliert; ein kurzdauernder Ladungsstrom macht die wirksamen Elektrodenflächen wieder frei und man erhält wieder eine kräftige Entladung. — In Bezug auf den Nutzeffect habe ich noch keine genauere Beobachtungen anstellen können.

Ich bitte um die Erlaubniss, einige Worte über die Gesichtspunkte zu sagen, welche mich zu einem Studium der Secundärelemente leiteten. Es schien mir, dass die theoretischen Untersuchungen des Herrn von Helmholtz[1]) und die Experimentaluntersuchungen von Herrn Ferd. Braun[2]) einerseits, Herrn Berthelot[3]) andererseits in einfacher Weise durch eine Prüfung der Ladungssäulen Bewährung und Ergänzung finden könnten. Man darf erwarten, dass Ladung und Entladung meist qualitativ reversible Processe sein werden, d. h. dass die für die Strombildung bei der Entladung massgebenden chemischen Processe die umgekehrten Reactionen sind, wie bei der Ladung die

---

1) H. v. Helmholtz, Die Thermodynamik chemischer Vorgänge. Berl. Ber. Februar 1882.

2) Ferd. Braun, Ueber die Elektricitätsentwickelung chemischer Processe. Wiedemann's Ann. 5, p. 182, 1878 und 16, p. 561, 1882.

3) Berthelot, a. a. O.

Digitized by Google

elektrolytischen Processe. Wenn die diesbezüglichen Fragen eine genügende Beantwortung gefunden haben, würde meines Erachtens die Frage nach der Möglichkeit einer quantitativen Reversion feste Zielpunkte erhalten und es wäre in Betreff der Ursachen von Arbeitsverlusten zu erwarten, dass eine eingehende Untersuchung der Secundärelemente mit besonderer Berücksichtigung der Thermochemie derselben wichtige Aufschlüsse gäbe. Ich bedauere, derzeit nicht mehr als einige Vorstudien ausführen zu können.

In derselben Sitzung vom 27. Januar 1888 hielt Herr Professor E. Hess einen Vortrag:

Ueber die Zahl und Lage der Bilder eines Punktes bei drei eine Ecke bildenden Planspiegeln.

Die Zahl und Lage der Bilder eines leuchtenden Punktes, welcher sich innerhalb eines von zwei Planspiegeln gebildeten Winkels befindet, ist für specielle Fälle von Kästner[1]), Herschel[2]), Brewster[3]) u. A., für den allgemeinen Fall von Bertin[4]), H. Klein[5]), E. Ritsert[6]), von mir[7]), H. Schubert[8]), L. Mack[9]) und K. Mack[10]) bestimmt worden.

---

1) De multiplicatione imaginum ope duorum speculorum planorum. Diss. math. et phys. Altenb. 1757.

2) Encyclop. metrop. Opt. p. 437.

3) A Treatise on the Kaleidoskope. Edinburgh 1819.

4) Ann. de chim. et de phys. IIIe sér. T. 29. p. 257—262.

5) Poggend. Ann. CLII. S. 506—512.

6) Schlömilch, Zeitschr. f. Math. und Phys. XVIII. S. 339—346.

7) Diese Sitzungsberichte. Januar 1879, „Ueber ein Problem der Katoptrik«. S. 7 ff.

8) Mittheilungen der Mathem. Gesellsch. in Hamburg. 1882. Nr. 2. S. 18—20.

9) Hoppe, Archiv N. F. B. II. S. 1 ff.

10) Ibidem. S. 220—222.

Digitized by Google

Aus dem Reflexionsgesetze folgt sofort, dass sämmtliche Bilder mit dem Punkte selbst auf einem Kreise liegen, dessen Ebene die durch den Punkt senkrecht zu den beiden Spiegeln gelegte Ebene ist und welcher um den Schnittpunkt C dieser Ebene mit der Schnittlinie der beiden Spiegelebenen als Centrum beschrieben ist.

Die Zahl der Bilder eines Punktes lässt sich für alle Fälle d. h. bei beliebigem Werthe des Winkels beider Spiegelebenen und für eine beliebige Lage des leuchtenden Punktes innerhalb dieses Winkels nach folgender einfachen, zuerst von H. Schubert[1]), dann auch von L. und K. Mack[2]) gegebenen Regel bestimmen:

»Wenn zwei Spiegel sich unter dem Winkel α schneiden und wenn dieser Winkel durch den leuchtenden Punkt in die beiden Theile φ und φ' zerlegt wird, so findet man die Zahl der entstehenden Bilder auf folgende Weise. Man dividire das Supplement von φ durch α. Geht die Division auf, so merke man sich den Quotienten, geht sie nicht auf, die nächst höhere ganze Zahl. Darauf verfahre man ebenso mit φ'. Die Summe der beiden gemerkten Zahlen ist immer die Zahl der Bilder.«

Die Zahl der Bilder ist also immer gleich:

$$(1) \ldots \varkappa + \varkappa',$$

wenn:

$$(2) \ldots \frac{180^0 - \varphi}{\alpha} \leqq \varkappa < \frac{180^0 - \varphi}{\alpha} + 1, \text{ und}$$

$$(3) \ldots \frac{180^0 - \varphi'}{\alpha} \leqq \varkappa' < \frac{180^0 - \varphi'}{\alpha} + 1 \text{ ist, wobei die}$$

letztere Relation wegen $\varphi + \varphi' = \alpha$ auch geschrieben werden kann:

$$(3') \ldots \frac{180^0 + \varphi}{\alpha} - 1 \leqq \varkappa' < \frac{180^0 + \varphi}{\alpha}.$$

Diese Regel lässt sich auch in folgender, für manche Anwendungen besonders geeigneten Fassung aussprechen[3]):

1) A. a. O.

2) A. a. O.

3) Diese Fassung verbessert und vervollständigt die von mir in meiner früheren Abhandlung (Diese Sitzungsberichte 1879 S. 9) unter 3) und 4) aufgestellten Regeln.

Digitized by Google

Ist $n\alpha = 360^0 - \beta$, also β der Rest der Division von 360^0 durch α, so gibt es:

$$(4\alpha) \quad \begin{cases} \text{wenn } n = 2p \text{ ist, } 2p \text{ Bilder, falls } \frac{\beta}{2} \leqq \varepsilon, \\ \text{wenn } n = 2p \text{ ist, } 2p+1 \text{ Bilder, falls } \frac{\beta}{2} > \varepsilon, \end{cases}$$

wo ε den Bogenabstand des leuchtenden Punktes von dem näheren Spiegel bedeutet;

$$(4\beta) \quad \begin{cases} \text{wenn } n = 2p+1 \text{ ist, } 2p+1 \text{ Bilder, falls } \frac{\beta}{2} \leqq \delta, \\ \text{wenn } n = 2p+1 \text{ ist, } 2p+2 \text{ Bilder, falls } \frac{\beta}{2} > \delta, \end{cases}$$

wo δ der Bogenabstand des leuchtenden Punktes von der Winkelhalbirenden ist.

Die Anwendung dieser Regeln lässt leicht erkennen, dass in allen Fällen — wenn $S_1 S_2$ den zwischen den Seiten der Spiegel liegenden Bogen bedeutet — in jedem Punkte des Scheitelbogens $S_1' S_2'$, welcher von den Aussenseiten der beiden Spiegel eingeschlossen wird, die Bilder zweier Punkte des Bogens $S_1 S_2$ aufeinanderfallen, während auf jeden Punkt der Bogen $S_1 S_2'$ und $S_2 S_1'$ nur je ein Bild fällt.

Nur in dem speciellen Falle, dass $\beta = 0$, $n = 2p$ ist, sind die in jedem Punkte des Scheitelbogens zusammenfallenden beiden Bilder auch Bilder desselben Punktes P von $S_1 S_2$.

Die folgende einfache Construction veranschaulicht für alle Fälle die Zahl, Lage und Gruppirung aller entstehenden Bilder der Punkte P des Bogens $S_1 S_2$.

Man trage einmal von S_1 aus im Sinne $S_2 P S_1$, sodann von S_2 aus im Sinne $S_1 P S_2$ den Bogen α p — mal auf der Peripherie des Kreises ab, sodann noch im ersteren Sinne bis S'_1, im zweiten bis S_2' den Bogen $\frac{\beta}{2}$ für $n = 2p$ oder den Bogen $\frac{\alpha+\beta}{2}$ für $n = 2p+1$. Hierauf besetze man die in dem einem (bez. anderen) Sinne abgetragenen Bogen der Reihe nach abwechselnd mit der in der entgegengesetzten und in der gleichen Reihenfolge genom-

Digitized by Google

menen Punktreihe des Bogens $S_1 P S_2$ (bez. $S_2 P S_1$), und ebenso die letzten Bogen mit den Punkten des von S_2 (bez. S_1) aus auf dem gegebenen Bogen α abgetragenen Bogens $\frac{\beta}{2}$ (für $n = 2p$) oder $\frac{\alpha+\beta}{2}$ (für $n = 2p+1$). Alsdann stellen die so construirten Punkte die sämmtlichen Bilder der Punkte P des Bogens $S_1 S_2$ dar und zwar sind die auf dem $k$ten auf den Bogen $S_2 S_1$ (bez. $S_1 S_2$) folgenden Bogen vorhandenen Punkte durch eine k-malige abwechselnde Spiegelung an den Spiegeln CS_1, CS_2 (bez. CS_2, CS_1) entstanden.

Aus dieser Figur erkennt man sofort, dass — wie bereits erwähnt wurde — für $\beta = 0$, $n = 2p$ die beiden Bildpunktreihen auf dem Scheitelbogen $S_1' S_2'$ sich vollständig decken;

dass für $\beta = 0$, $n = 2p+1$ die Bilder der einen Hälfte des Bogens α, welche durch eine p-malige Reflexion an beiden Spiegeln entstanden sind, bez. mit den durch eine $(p+1)$-malige Reflexion entstandenen Bildern der anderen Hälfte des Bogens α zusammenfallen;

endlich,

dass für $\beta > 0$ die Aufeinanderlagerung der beiden Bildpunktreihen im Scheitelbogen $S_1' S_2'$ durch die Eintheilung des Bogens $S_1 S_2$ in die Theile

$$(5\alpha) \ldots \frac{\beta}{2},\ \alpha-\beta,\ \frac{\beta}{2} \text{ für } n = 2p \text{ und}$$

$$(5\beta) \ldots \frac{\alpha-\beta}{2},\ \beta,\ \frac{\alpha-\beta}{2} \text{ für } n = 2p+1$$

in einfacher Weise bedingt ist.[1])

Nach diesen mit Rücksicht auf die nachfolgenden Betrachtungen vorausgeschickten Bemerkungen wende ich mich nunmehr zu der Behandlung des analogen Problems im Raume, nämlich der Bestimmung der Anzahl und Lage der Bilder eines Punktes,

1) Bei der Zeichnung oder der wirklichen Beobachtung der Spiegel-Bilder trägt es sehr zur Uebersichtlichkeit bei, wenn diese Theilbogen oder die ihnen entsprechenden Kreissectoren durch verschiedene Farben gekennzeichnet werden.

Digitized by Google

welcher sich innerhalb einer durch drei (oder mehr) Planspiegel gebildeten Ecke befindet, also einer drei- (oder mehr-) flächigen Ecke, bei welcher die Innenseiten der Seitenflächen als spiegelnd vorausgesetzt werden.

Ich habe eine Anzahl von besonderen Lösungen dieser Aufgabe bereits in der erwähnten Abhandlung [1]) bekannt gemacht und im Anschluss hieran in der Sitzung der Gesellschaft vom 15. Februar 1882 die nach meinen Angaben von dem Optiker Herrn Dr. Krüss in Hamburg construirten s. g. Polyeder-Kaleidoskope vorgelegt und erläutert. [2])

Die allgemeine Lösung des Problems, bei beliebigen Werthen für die Flächenwinkel der Ecke und bei beliebiger Lage des Punktes innerhalb derselben die Zahl und Lage der Bilder zu bestimmen, ist bisher noch nicht gegeben worden. In der That complicirt sich für den allgemeinen Fall sowohl die analytische, wie die constructive Darstellung der Bildpunkte derart, dass kaum zu hoffen steht, es werde gelingen, auch hier eine ähnliche einfache, für alle Fälle gültige Regel, wie für die bei zwei Spiegelebenen entstehenden Bilder, aufzustellen. Dagegen

---

1) Diese Sitzungsberichte Januar 1879. S. 7—20.

2) Ebenda. Februar 1882. S. 9 - 12. Vgl. auch meine »Einleitung in die Lehre von der Kugeltheilung.« Leipzig. B. G. Teubner 1883. S. 262—265. — Hinsichtlich der Polyederkaleidoskope bemerke ich, dass — was mir erst nach Veröffentlichung meiner Mittheilungen bekannt wurde — der Gedanke, die Krystalle als kaleidoskopische Figuren aufzufassen und darzustellen, zuerst von A. F. Möbius (Ueber das Gesetz der Symmetrie der Krystalle u. s. w. Gesammelte Werke. II. S. 349 bis 360) ausgesprochen worden ist. Wenn ich hiernach selbstverständlich für mich nur in Anspruch nehmen darf, diese Idee weiter entwickelt und verwirklicht zu haben, so kann ich andererseits meine Priorität — wenn von einer solchen noch die Rede sein kann — einer Arbeit des verstorbenen Prof. Werner in Stuttgart gegenüber (»Ein krystallographisches Anschauungsmittel.« Programm des kgl. Realgymnasiums zu Stuttgart 1882), in welcher derselbe Gedanke mittelst eines äusserst sinnreichen, aber allzu complicirten und daher nach meiner Auffassung nicht sonderlich praktischen Apparates zu verwirklichen gesucht ist, mit Rücksicht auf die Zeit der Veröffentlichung behaupten.

Digitized by Google

lässt sich eine Anzahl besonderer Fälle, welche auch in anderer Hinsicht Interesse darbieten, durch verhältnissmässig einfache Betrachtungen erledigen, welche auch für die Behandlung anderer besonderer Fälle und die des allgemeinsten Falles geeignet erscheinen.

Da in allen Fällen der leuchtende Punkt P mit seinen sämmtlichen Spiegelbildern auf einer Kugelfläche liegen muss, deren Mittelpunkt der Scheitel der Ecke ist, und der Punkt P innerhalb des sphärischen Dreiecks oder Polygons, welches der Kugelschnitt der Ecke ist, gelegen ist, so ist deutlich, dass den durch die direct symmetrischen und congruenten Wiederholungen des sphärischen Polygons entstehenden sphärischen Figuren oder Netzen für die Bestimmung der Zahl und Lage der Bildpunkte eine ähnliche Bedeutung zukommen wird, wie in dem erwähnten Falle zweier Spiegel den durch Wiederholung des Bogens α entstehenden Bogen der Kreisperipherie.

Die hiernach der Betrachtung zunächst sich darbietenden besonderen Fälle spiegelnder Ecken sind diejenigen — bereits in meiner früheren Abhandlung aufgeführten —, in welchen das sphärische Polygon so beschaffen ist, dass es vermöge seiner direct symmetrischen und congruenten Wiederholungen ein zusammenhängendes Netz liefert, welches die Kugelfläche einmal bedeckt. Diese Fälle bilden die Analoga zu denjenigen erwähnten besonderen Fällen bei zwei Spiegeln, in welchen der Bogen α einen aliquoten Theil der Kreisperipherie beträgt, also $\beta = 0$ ist.

In diesen besonderen Fällen sind die spiegelnden Ebenen der Ecke, denen die Seiten des sphärischen Polygons entsprechen, direct symmetrische Mittelebenen einer regulären Doppelpyramide oder eines regulären Polyeders. Alle Flächen-Winkel A_i der diesen Fällen entsprechenden Ecken (oder der zugehörigen sphärischen Polygone) betragen nun bekanntlich aliquote Theile von 360°. Für die Untersuchung der durch der-

Digitized by Google

artige spiegelnde Ecken erzeugten Bilder sind aber die beiden Hauptfälle zu unterscheiden, ob die Zahl $n = \frac{360^\circ}{A}$

I) für alle Winkel des sphärischen Polygons eine gerade Zahl $n = 2p$,

II) für einige oder sämmtliche Winkel eine ungerade Zahl $n = 2p + 1$

ist.

Nur im Falle I) sind die in jedem Punkte einer Fläche des sphärischen Netzes — insbesondere auch der Gegenfigur des Kugelschnitts — zusammenfallenden Bilder auch zugleich Bilder desselben Punktes P der Fläche des von den spiegelnden Seiten eingeschlossenen sphärischen Polygons. Und ebenso gilt der früher von mir [1]) ausgesprochene Satz:

»Beträgt der Inhalt eines solchen sphärischen Polygons, welches ein gleichflächiges, die Kugel einfach bedeckendes Netz liefert, den m^{ten} Theil der Kugelfläche, so entstehen von jedem im Innern des Polygons befindlichen Punkte P in allen Fällen $m - 1$ Bilder, welche die zu P homologen Punkte sind und mit P zusammen die Eckpunkte eines gleicheckigen oder speciell eines regulären Polyeders darstellen«

nur für die dem Hauptfalle I) entsprechenden Ecken und unter der Voraussetzung, dass alle zusammenfallenden Bilder eines Punktes immer nur als je ein Bild gerechnet werden. Es ist jedoch von Wichtigkeit, auch in diesen zu I) gehörigen Fällen die Zahl der in einem Punkte zusammenfallenden Bilder, sowie die Gesammtzahl der bei einem derartigen räumlichen Winkelspiegel möglichen ein- und mehrfachen Reflexionen zu bestimmen.

Diese Bestimmungen habe ich unter Anwendung eines einfachen Verfahrens, welches wesentlich in der Ausführung von combinatorischen Bildungen beruht, vorgenommen und erlaube mir im Folgenden dies Verfahren und die für die zum Haupt-

1) A. a. O. S. 12.

Digitized by Google

falle I) gehörigen Ecken gewonnenen Resultate mitzutheilen. Ich behalte mir vor, die Ausdehnung und Anwendung dieses Verfahrens auf die zum Hauptfalle II) gehörigen Ecken und auf Ecken von allgemeinerer Beschaffenheit bei einer anderen Gelegenheit zu behandeln und die hierfür erlangten Resultate zu veröffentlichen.

Man erhält bekanntlich als mögliche sphärische Polygone, welche nebst ihren symmetrischen und congruenten Wiederholungen ein einfaches, die Kugelfläche bedeckendes Netz liefern und für welche sämmtliche Winkel $A_i = \frac{180^0}{p_i}$ sind, nur folgende vier sphärische Dreiecke[1]):

$$(6)\quad \begin{cases} 1)\ A_1 = \frac{180^0}{p}, A_2 = A_3 = 90^0; \alpha_1 = \frac{180^0}{p},\ \alpha_2 = \alpha_3 = 90^0; \\ \quad m = 4p;\ (p = 2,\ 3,\ \ldots) \\ 2)\ A_1 = 90^0,\ A_2 = A_3 = 60^0;\ \alpha_1 = 180^0 - 2\eta,\ \alpha_2 = \alpha_3 \\ \quad = \eta;\ m = 24; \\ 3)\ A_1 = 45^0, A_2 = 60^0, A_3 = 90^0; \alpha_1 = 90^0 - \eta, \alpha_2 = 45^0, \\ \quad \alpha_3 = \eta;\ m = 48; \\ 4)\ A_1 = 36^0,\ A_2 = 60^0,\ A_3 = 90^0;\ \alpha_1 = \psi,\ \alpha_2 = \varphi, \\ \quad \alpha_3 = 90^0 - \psi - \varphi;\ m = 120. \end{cases}$$

Hierin bedeuten A_i die Winkel, α_i die Seiten des sphärischen Dreiecks, m die Zahl der Flächen des Netzes; ausserdem ist:

$$(7)\ \ldots\ \text{tang}\,\eta = \sqrt{2};\ \text{tang}\,\varphi = \frac{\sqrt{5}-1}{2},\ \text{tang}\,\psi = \text{tang}^2\varphi.$$

Die auf der Innenseite als spiegelnd vorausgesetzten Seitenflächen der Centralecken dieser sphärischen Dreiecke sind drei benachbarte direct symmetrische Mittelebenen bez.:

1) einer regulären Doppelpyramide (eines $(2+p+p)$—eckigen 2. $2p$ – Flachs),

1) Vgl. Diese Sitzungsberichte 1882 S. 9–12 und des Verf. »Einleitung in die Lehre von der Kugeltheilung« S. 264. Die diesen vier sphärischen Dreiecken zugehörigen dreiflächigen Ecken bilden die von mir daselbst angegebenen s. g. Polyederkaleidoskope, wenn die Innenseiten der Flächen als spiegelnd angenommen werden.

Digitized by Google

2) eines regulären Tetraeders,
3) eines regulären Oktaeders,
4) eines regulären Ikosaeders.

Die entstehenden sphärischen Netze selbst sind bez. diejenigen einer regulären Doppelpyramide (von $2.2p$ Flächen), eines Hexakistetraeders, eines Hexakisoktaeders und eines Diakishexekontaeders, der allgemeinsten gleichflächigen Polyeder der betreffenden Gruppe.

Dass in der That bei einer derartigen spiegelnden Ecke die von einem im Inneren derselben (des entsprechenden sphärischen Dreiecks) befindlichen Punkte P in einer der $m-1$ gleichen Flächen des sphärischen Netzes durch die möglichen wiederholten Spiegelungen erzeugten Bilder in einem Punkte, dem zu P homologen Punkte, zusammenfallen, folgt einfach aus folgender Betrachtung.

Jedes der drei in einer Kante der dreiflächigen Ecke sich schneidenden Spiegelpaare erzeugt von dem Punkte P eine Anzahl Bilder, welche auf der Kugelfläche bez. concentrisch um die drei Eckpunkte des sphärischen Dreiecks gruppirt sind. Diese Punkte sind homologe Punkte der in je einem Eckpunkte des sphärischen Dreiecks zusammenstossenden und durch des letzteren Wiederholung entstehenden Flächen des Netzes. Nur in den drei Scheitelwinkeln des sphärischen Dreiecks entstehen je zwei Bilder von P, welche aber bei der vorausgesetzten Beschaffenheit der Ecke in eins zusammenfallen.

Die von einem Spiegelpaare um eine Ecke des sphärischen Dreiecks herum erzeugten Bilder des Punktes P fallen nun entweder in die sphärischen Winkel, welche durch die in den beiden anderen Ecken des Dreiecks zusammenstossenden Spiegelebenen eingeschlossen sind, oder bez. in einen der sphärischen Winkel, welche durch Wiederholung dieser Innenwinkel um die betreffende Ecke entstanden sind. Es werden also von jenen Bildpunkten durch die Wirkung der beiden anderen Spiegelpaare neue Bilder erzeugt, doch — zufolge der Beschaffenheit der spiegelnden Ecke — derart, dass diejenigen hierbei durch verschiedene

Digitized by Google

Spiegelungen erzeugten Bilder, welche in derselben Fläche des sphärischen Netzes liegen, wiederum in einen Punkt zusammenfallen. Hieraus erhellt auch, dass von einem Bildpunkte keine weiteren Bilder entstehen können, wenn er sich innerhalb der drei Scheitelwinkel der drei Spiegelebenen, oder in dem Gegendreiecke des ursprünglichen sphärischen Dreiecks befindet.

Die Bestimmung der Zahl der in einem Punkte zusammenfallenden Bilder und der Gesammtzahl der bei diesen spiegelnden Ecken möglichen ein- und mehrfachen Reflexionen lässt sich auf folgende Weise ausführen.

Es werde durch das Symbol

$$(8) \ldots . \ |i|$$

das durch die Reflexion an der Spiegelebene α_i erzeugte Bild eines Punktes P und entsprechend das durch die aufeinanderfolgenden Reflexionen an den Spiegelebenen $\alpha_i, \alpha_k, \alpha_l, \alpha_i, \ldots$ erzeugte Bild durch das Symbol

$$(9) \ldots . \ |ikli..|$$

bezeichnet. Es können naturgemäss nicht solche Combinationen existiren, in welchen zwei unmittelbar aufeinanderfolgende Buchstaben gleich wären.

Von den Bildern eines zwischen zwei Spiegelebenen α_1 und α_2 liegenden Punktes P werden hiernach durch

$$(10) \ldots \begin{cases} |1|, \ |2| & \text{die durch eine einmalige} \\ |12|, \ |21| & \text{die durch eine zweimalige} \\ |121|, \ |212| & \text{die durch eine dreimalige} \\ \text{u. s. f.} & \end{cases} \Big\} \text{Reflexion}$$

entstandenen bezeichnet; ist der Neigungswinkel der beiden Spiegel $A_3 = \frac{180^0}{p_3}$, so werden die im Scheitelwinkel entstehenden beiden zusammenfallenden Bilder durch die p_3-fache Combination:

$$(11\alpha) \ldots |1212 \ldots 12| = |2121 \ldots 21| \text{ für gerades } p_3,$$
$$(11\beta) \ldots |1212 \ldots 121| = |2121 \ldots 212| \text{ für ungerades } p_3$$

dargestellt, welche Relation die für das Spiegelpaar charakteristische genannt werden möge.

Digitized by Google

Für eine spiegelnde dreifläche Ecke von der vorausgesetzten Beschaffenheit ergeben sich dann die Symbole für die entstehenden Bildpunkte und damit zugleich für die diese enthaltenden Flächen des Netzes durch alle zulässigen Combinationen der Indices 1, 2, 3 unter Berücksichtigung der drei für die drei Spiegelpaare an den Ecken des sphärischen Dreiecks geltenden charakteristischen Relationen.

Dieses Verfahren liefert nicht nur in einfacher Weise die Zahl der in einem Bildpunkte zusammenfallenden Bilder, insbesondere auch diejenige der in einem Punkte des Gegendreiecks zusammenfallenden, sondern lässt auch sofort die höchstmögliche Zahl der Reflexionen, welche für die Punkte der Gegenfigur erreicht wird, erkennen, da ein weiteres Hinzufügen eines Index mit Berücksichtigung der charakteristischen Relationen auf solche Zasammenstellungen führt, in welchen zwei aufeinanderfolgende Indices gleich werden.

Das Verfahren soll zunächst an einem einfachen Beispiele einer dreiflächigen Ecke der ersten Gruppe 1) in (6), nämlich für den Fall $p = 2$, dem als sphärisches Dreieck ein Kugeloktant entspricht, erläutertert werden.

Beispiel: $A_1 = 90^0$, $A_2 = 90^0$, $A_3 = 90^0$; $m = 8$.

Die charakteristischen Relationen sind hier:

(12) . . . | 23 | = | 32 | ; | 31 | = | 13 | ; | 12 | = | 21 |.

Die Symbole der Bildpunkte werden:

(13α) . . . | 1 | , | 2 | , | 3 | ;

(13β) . . . | 23 | =32 | , | 31 | =13 | , | 12 | = | 21 | ;

(13γ) . . . | 231 | = | 321 | = | 312 | = | 132 | = | 123 | = | 213 |.

In den drei Nebendreiecken des Oktanten liegt also je ein einfaches, durch einmalige, in den drei Scheiteldreiecken je ein zweifaches, durch zweimalige, und in dem Gegendreiecke ein sechsfaches, durch dreimalige Reflexion entstandenes Bild. Die Gesammtzahl der Bilder oder Reflexionen ist 15.

Digitized by Google

Würde man hier aus einer der sechs dreifachen Combinationen noch eine vierfache bilden, so ergäbe sich z. B. wegen (12)

$$(13\delta) \ldots | 1231 | = | 1213 | = | 1123 | ,$$

d. h. eine unzulässige Combination, sodass in der That die höchstmögliche Zahl der Spiegelungen in diesem Falle 3 beträgt.

Mit Hülfe des angegebenen und erläuterten Verfahrens lässt sich für jeden Werth von p für die Ecken 1) in (6) und ebenso für die drei anderen Ecken 2), 3), 4) die Zahl der in jeder Fläche des Netzes, insbesondere in der Gegenfläche des sphärischen Dreiecks, zusammenfallenden Bilder, die Zahl der möglichen Reflexionen und die Gesammtzahl der Bilder bestimmen. Die Resultate sind im Folgenden angegeben und übersichtlich zusammengestellt.

1) Gruppe der regulären Doppelpyramiden.

$$A_1 = \frac{180^\circ}{p}, \quad A_2 = A_3 = 90^\circ, \quad m = 4p.$$

Ich will hier zuerst für die beiden besonderen Fälle $p = 4$ und $p = 5$ die die Bildpunkte repräsentirenden Combinationen vollständig aufführen, um alsdann die einem beliebigen Werthe von p entsprechenden anzugeben. In den nachfolgenden Zusammenstellungen bedeutet immer:

s die höchstmögliche Zahl der Reflexionen, durch welche die in dem Gegendreiecke entstehenden Bildpunkte erzeugt werden; diese Zahl ist zugleich die der sämmtlichen Symmetrieebenen des sphärischen Netzes;

b_r die Zahl der durch r-malige Reflexion entstandenen Bildpunkte;

m_r die Zahl der diese Bildpunkte enthaltenden Flächen des Netzes;

$B = \Sigma b_r$ die Gesammtzahl aller einfachen oder zusammenfallenden Bildpunkte oder die aller möglichen Reflexionen.

Digitized by Google

1 a). $p = 4,\ m = 16,\ s = 5.$

Die charakteristischen Relationen sind:

(14 α) . . . $|2323| = |3232|;\ |31| = |13|;\ |12| = |21|;$

die Bildpunkte entsprechen den Combinationen:

(14 β) . . . $|1|;\ |2|;\ |3|;$

(14 γ) . . . $|12| = |21|;\ |13| = |31|;\ |23|;\ |32|;$

(14 δ) . . . $\left\{\begin{array}{lll} & |123| & |132|;\ |232|;\ |323|; \\ = & |213|; & = |312| \\ = & |231| & = |321| \end{array}\right.$

(14 ε) . . . $\left\{\begin{array}{lll} & |1232| & |1323|;\ |2323| = |3232|; \\ = & |2132|; & = |3123| \\ = & |2312| & = |3213| \\ = & |2321| & = |3231| \end{array}\right.$

(14 ζ) . . . $\left\{\begin{array}{l} |12323| = |13232| \\ = |21323| = |31232| \\ = |23123| = |32132| \\ = |23213| = |32312| \\ = |23231| = |32321|. \end{array}\right.$

Hier ist also:

(14 η) . . . $\left\{\begin{array}{l} b_1 = 3,\ m_1 = 3 \\ b_2 = 6,\ m_2 = 4 \\ b_3 = 8,\ m_3 = 4 \\ b_4 = 10,\ m_4 = 3 \\ b_5 = 10,\ m_5 = 1. \end{array}\right.$

(14 ϑ) . . . . $B = \Sigma b_r = 37.$

1 b). $p = 5,\ m = 20,\ s = 6.$

Die charakteristischen Relationen sind:

(15 α) . . . $|23232| = |32323|;\ |31| = |13|;\ |12| = |21|;$

Digitized by Google

die Bildpunkte entsprechen den Combinationen:

$$(15\beta) \ldots |1|, |2|, |3|;$$

$$(15\gamma) \ldots |12| = |21|; \quad |13| = |31|; \quad |23|; \quad |32|;$$

$$(15\delta) \ldots \begin{cases} |123| & |132|; \quad |232|; \quad |323|; \\ = |213|; & = |312| \\ = |231| & = |321| \end{cases}$$

$$(15\varepsilon) \ldots \begin{cases} |1232| & |1323| & |2323|; & |3232|; \\ = |2132|; & = |3123|; & & \\ = |2312| & = |3213| & & \\ = |2321| & = |3231| & & \end{cases}$$

$$(15\zeta) \ldots \begin{cases} |12323| & |13232| & |23232| = |32332|; \\ = |21323| & = |31232| & \\ = |23123|; & = |32132|; & \\ = |23213| & = |32312| & \\ = |23231| & = |32321| & \end{cases}$$

$$(15\eta) \ldots \begin{cases} |123231| = |132323| \\ = |213232| = |312323| \\ = |231232| = |321323| \\ = |232132| = |323123| \\ = |232312| = |323213| \\ = |232321| = |323231|. \end{cases}$$

Man erhält also:

$$(15\vartheta) \ldots \begin{cases} b_1 = 3, & m_1 = 3 \\ b_2 = 6, & m_2 = 4 \\ b_3 = 8, & m_3 = 4 \\ b_4 = 10, & m_4 = 4 \\ b_5 = 12, & m_5 = 3 \\ b_6 = 12, & m_6 = 1. \end{cases}$$

$$(15\iota) \ldots \ldots B = \Sigma b_r = 51.$$

1c) Für einen beliebigen Werth von p erhält man leicht:

$$(16\alpha) \ldots \ldots m = 4p, \quad s = p + 1.$$

Digitized by Google

$$(16\beta)\ \ldots \begin{cases} b_1 = 3.1\,^{1}) = 3, & m_1 = 3 \\ b_2 = 2.1 + 2.2 = 6, & m_2 = 4 \\ b_3 = 2.1 + 2.3 = 8, & m_3 = 4 \\ b_4 = 2.1 + 2.4 = 10, & m_4 = 4 \\ \cdot\quad\quad\quad

3) Hexakisoktaeder-Gruppe.

$A_1 = 45^0$, $A_2 = 60^0$, $A_3 = 90^0$ (vgl. (6) . . 3)).

(18α) . . . $m = 48$, $s = 9$.

Die charakteristischen Relationen sind:

(18β) . . . $|12| = |21|$; $|131| = |313|$; $|2323| = |3232|$.

Man erhält:

(18γ) . . .
$$\begin{cases} b_1 = 3.1 = 3, & m_1 = 3 \\ b_2 = 4.1 + 1.2 = 6, & m_2 = 5 \\ b_3 = 4.1 + 3.2 = 10, & m_3 = 7 \\ b_4 = 2.1 + 4.2 + 2.3 = 16, & m_4 = 8 \\ b_5 = 1.1 + 2.2 + 4.3 + 1.5 = 22, & m_5 = 8 \\ b_6 = 1.2 + 2.4 + 4.5 = 30, & m_6 = 7 \\ b_7 = 1.5 + 2.7 + 2.9 = 37, & m_7 = 5 \\ b_8 = 1.12 + 1.14 + 1.16 = 42, & m_8 = 3 \\ b_9 = 1.42 = 42, & m_9 = 1. \end{cases}$$

(18δ) . . . $B = \Sigma b_r = 208$.

Die im Gegendreiecke des sphärischen Dreiecks in je einem Punkte zusammenfallenden 42 Bildpunkte ergeben sich mit Benutzung der charakteristischen Relationen (18β) aus der Zusammenstellung

(18ε) . . . | 123 123 123 | .

4) Diakishexekontaeder-Gruppe.

$A_1 = 36^0$, $A_2 = 60^0$, $A_3 = 90^0$ (vgl. (6) . . 4)).

(19α) . . . $m = 120$, $s = 15$.

Die charakteristischen Relationen sind:

(19β) . . . $|12| = |21|$; $|131| = |313|$; $|23232| = |32323|$.

Man erhält:

(19γ) . . .
$$\begin{cases} b_1 = 3.1 = 3, & m_1 = 3 \\ b_2 = 4.1 + 1.2 = 6, & m_2 = 5 \\ b_3 = 4.1 + 3.2 = 10, & m_3 = 7 \\ b_4 = 4.1 + 3.2 + 2.3 = 16, & m_4 = 9 \\ b_5 = 3.1 + 5.2 + 2.3 + 1.5 = 24, & m_5 = 11 \\ b_6 = 5.2 + 4.3 + 1.4 + 2.5 = 36, & m_6 = 12 \end{cases}$$

Digitized by Google

$$(19\gamma)\ \ldots \begin{cases} b_7 = 4.2 + 6.5 + 2.7 = 52,\ m_7 = 12 \\ b_8 = 3.2 + 2.5 + 6.7 + 1.12 = 70,\ m_8 = 12 \\ b_9 = 2.2 + 1.5 + 4.7 + 2.9 + 2.12 + 1.14 = \\ \quad 93,\ m_9 = 12 \\ b_{10} = 1.2 + 4.9 + 4.12 + 2.21 = 128,\ m_{10} = 11 \\ b_{11} = 2.11 + 2.12 + 4.21 + 1.33 = 163,\ m_{11} = 9 \\ b_{12} = 1.12 + 2.32 + 4.33 = 208,\ m_{12} = 7 \\ b_{13} = 1.33 + 2.45 + 2.65 = 253,\ m_{13} = 5 \\ b_{14} = 1.78 + 1.98 + 1.110 = 286,\ m_{14} = 3 \\ b_{15} = 1.286 = 286,\ m_{15} = 1. \end{cases}$$

$$(19\delta)\ \ldots\ B = \Sigma b_r = 1634.$$

Die im Gegendreiecke des sphärischen Dreiecks in je einem Punkte zusammenfallenden 286 Bildpunkte ergeben sich mit Anwendung von (19β) aus der Combination:

$(19\varepsilon)\ \ldots\ |\ 123\ 123\ 123\ 123\ 123\ |\ .\ —$

Aus den aufgeführten Resultaten lässt sich noch eine Reihe interessanter Folgerungen ziehen, von welchen einige erwähnt werden mögen.

Einmal erkennt man leicht, dass die Zahl der in den drei dem Gegendreiecke unmittelbar anliegenden sphärischen Dreiecken zusammenfallenden Bildpunkte in allen Fällen gleich der Zahl der in je einem Punkte des Gegendreiecks selbst zusammenfallenden Bildpunkte ist.

Dagegen scheint die Zahl b_r der in irgend einer Fläche des sphärischen Netzes, insbesondere in der Gegenfläche in einem Punkte zusammenfallenden Bildpunkte, sowie die Gesammtzahl B dieser Bildpunkte nicht als eine einfache Function der die Flächenwinkel der spiegelnden Ecke bestimmenden Zahlen p_1, p_2, p_3, oder der Zahl m der Flächen oder endlich der Gesammtzahl s der Symmetrieebenen des Netzes darstellbar zu sein. Zur Erläuterung sind in den drei nachfolgenden Tabellen noch die drei Fälle nebeneinandergestellt, in welchen die betreffenden Zahlen je für die Ecken 2), 3) und 4) (vgl. (6)) und diejenige der ersten Gruppe 1), deren Kugelschnitt bezüglich denselben

Digitized by Google

Theil der Kugel beträgt, für welche also die Zahl m dieselbe ist, verglichen werden können.

	Spiegelnde Ecke	p_1	p_2	p_3	m	s	b_s	B
(20)..	Ecke 2)	2	3	3	24	6	16	65
	Ecke 1) für $p=6$	6	2	2	24	7	14	67
(21)..	Ecke 3)	4	3	3	48	9	42	208
	Ecke 1) für $p=12$	12	2	2	48	13	26	205
(22)..	Ecke 4)	5	3	2	120	15	286	1634
	Ecke 1) für $p=30$	30	2	2	120	31	62	1051

Endlich sei darauf hingewiesen, dass, wenn als die leuchtenden Punkte P speciell Punkte der Kanten oder die Eckpunkte des sphärischen Dreiecks angenommen werden, sich in einfacher Weise die sämmtlichen Symmetrie-Ebenen und die Symmetrie-Axen des Netzes aus den obigen Zusammenstellungen bestimmen lassen. Es ergeben sich auf diese Weise interessante und auch — für die den bestimmten Ecken der ersten Gruppe und den Ecken 2) und 3) entsprechenden sphärischen Netze — in krystallographischer Hinsicht nicht unwichtige Beziehungen zwischen denjenigen Darstellungen für die Flächen eines Netzes oder für die homologen Punkte dieser Flächen, bei welchen sämmtliche s Symmetrieebenen als spiegelnd vorausgesetzt werden, und den hier gewonnenen, bei welchen nur die durch die drei Innenseiten der Ecke bewirkten Spiegelungen benutzt werden.

Eine gerade Anzahl von Spiegelungen an den drei Innenseiten der Ecke ist aequivalent zweien Spiegelungen an zwei bestimmten der s Symmetriebenen und kann somit durch eine

Digitized by Google

der für das Netz charakteristischen Drehungen um die durch die Schnittlinie dieser beiden Symmetrieebenen bestimmte Symmetrie-Axe ersetzt werden.[1]) Dagegen ist eine ungerade Anzahl von Spiegelungen aequivalent entweder einer oder dreien Spiegelungen an bez. einer oder drei bestimmten der s Symmetrie-Ebenen. Die analytische Darstellung dieser Beziehungen gedenke ich an einer anderen Stelle zu geben.

Zum Schlusse erwähne ich noch, dass die Ausdehnung der obigen Betrachtungen und symbolischen Darstellungeu auf die der II. Hauptgruppe angehörenden Ecken und entsprechenden sphärischen Netze — zu denen diejenigen eines regulären Tetraeders, Ikosaeders, Hexaeders, eines Trigondodekaeders, Triakisoktaeders u. s. w. gehören — durchaus keine Schwierigkeiten darbietet. Man hat hier nur diejenigen Eintheilungen des der Ecke als Kugelschnitt zugehörigen sphärischen Polygons zu berücksichtigen, welche durch die an jeder Ecke durch Wiederholung der den Spiegelebenen entsprechenden Hauptkreise zu construirenden und auszuziehenden Hauptkreise bewirkt werden. Für die in diesen einzelnen Flächentheilen liegenden Punkte lässt sich die symbolische Darstellung der Bildpunkte unter Benutzung der für die Ecken charakteristischen Relationen nach dem obigen Verfahren ausführen und so die Zahl der in einem Punkte zusammenfallenden Bilder verschiedener Punkte ermitteln. Ganz ähnlich hat man bei Ecken von allgemeinerer Beschaffenheit zu verfahren.

1) Vgl. des Verfassers »Einleitung in die Lehre von der Kugeltheilung« § 10–12.

Digitized by Google

In derselben Sitzung (27. Januar 1888) hielt Herr Professor Dr. H. Strahl einen Vortrag. Derselbe lieferte:

Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung von Säugethierembryonen.

Es wird berichtet über Färbungsversuche bei Säugethierembryonen namentlich über die Behandlung solcher mit Saffranin und folgender Extraction mit Pikrinsäure.

Es ist nicht zweifelhaft, dass auch andere Anilinfarben das Gleiche an Bildern liefern werden, es wurden aber die Versuche vorläufig absichtlich auf eine derselben beschränkt; ebenso wird auch mit der zur Darstellung von Mitosen als Extractionsmittel von den Autoren empfohlenen Chromsäure wohl bei Behandlung der gleichen Objecte sich Aehnliches ergeben.

Die zu den Versuchen verwendeten Objecte wurden zumeist n· Pikrinschwefelsäure, die Uteri zum Theil auch in der von Kultschitzky neuerdings angegebenen Flüssigkeit fixirt. Die Stärke der Saffranin- und der alkoholischen Pikrinsäurelösung scheint nicht besonders von Bedeutung zu sein, insofern man bei den verschiedensten Concentrationen der Lösungen die gleichen Resultate erhält; man muss eben nur auf den Vorgang der Extraction selbst seine Aufmerksamkeit richten und rechtzeitig unterbrechen.

Die Behandlnng schliesst sich offenbar eng an die von Altmann für die Darstellung der Zellgranula angewandte aber noch nicht vollständig veröffentlichte an, hat aber den Vorzug, dass die Objecte keiner ganz besonderen Vorbehandlung bedürfen.

Wenn man einer solchen Behandlung die Durchschnitte von in Pikrinschwefelsäure erhärteten Kaninchenembryonen etwa des neunten Tages unterwirft, so findet man in dem Ectodermawulst (Kölliker) zwei in Farbenton und Form der Kerne deutlich von einander trennbare Lagen. An der oberen Grenze der tieferen derselben, also inmitten des ganzen Gebildes, liegen zahlreiche Mitosen.

Digitized by Google

Untersuchung namentlich jüngerer Stadien lehrte dann, dass als Ectodermawulst überhaupt nur der untere Theil des Durchschnittes anzusehen ist, da nur dieser fötalen Ursprunges ist, während der obere aus mütterlichen Epithelzellen besteht. Dass aber doch nicht z. B. eine einfache Loslösung der obersten Lage von Epithel des Uterus bei der Herausnahme des Embryo stattfindet, davon überzeugt man sich, wenn man die Embryonen nicht loslöst sondern mit dem gesammten Uterus in Schnitte zerlegt.

Auch dann findet man die zwei Schichten an dem Ectodermawulst; bei Embryonen vom Beginn des achten Tages hängt die obere nur an einer ganz kleinen circumscripten Stelle mit der Wand des Uterus zusammen, so dass man den Eindruck erhält, als ob von dieser aus eine Schicht mütterlicher Epithelzellen über die Ectoblastfläche des Embryo herüber sich ausbreitet, ohne zunächst ausser an eben genannter kleiner Stelle mit den gerade über ihr liegenden Theilen des Uterus in Zusammenhang zu stehen.

Bei weiterer Anlagerung des Embryo an den Uterus legt die Schicht sich dann von oben her auf die Uterindrüsen auf, so dass sie die Mündungen dieser verschliesst und demgemäss in keinem Fall die Zotten des Embryo sich frei in das Lumen von Uterindrüsen hineinsenken können. Dieses ist stets vorher durch mütterliche Zellen verschlossen.

Auffällig ist, dass bei der ausserordentlichen Vermehrung der Kerne in dem mütterlichen Epithel, die bei diesem Vorgang stattfindet, man dennoch nur ganz ausnahmsweise und nach sehr langem Suchen einmal eine Mitose hier findet, während solche in dem tiefer gelegenen Bindegewebe nicht gerade selten, in dem unmittelbar anliegenden Ectoblastgewebe des Fötus ganz ungemein zahlreich auf den Durchschnitten vorhanden sind. Es würde sich diese Erscheinung erklären lassen, wenn z. B. die Theilung der Kerne in dem mütterlichen Epithel sehr viel rascher abliefe als in dem angrenzenden fötalen Ectoblast; auffällig wäre dann allerdings doch, dass man

Digitized by Google

in den Bindegewebszellen des Uterus und zwar in tiefen Lagen, die also von dem fixirenden Reagens verhältnissmässig spät erreicht werden, immer noch Mitosen findet; hier müsste dann die Theilung länger weiter gehen.

Der Gedanke an die Möglichkeit einer anderen Theilungsform in den Epithelzellen wird jedoch ebenfalls wenigstens in Erwägung zu ziehen sein.

An Durchschnitten durch den ganzen Uterus von trächtigen Kaninchen des neunten Tages findet man fast den gesammten Ectodermawulst mit der Uterus-Wand verschmolzen. An der Stelle jedoch, wo er seitlich von dem Uterus sich abhebt, eine Stelle, lateralwärts von der immer noch offene Drüsen vorhanden sind, liegt fast ganz regelmässig noch ein dicker Klumpen von Epithelzellen zwischen Uterus und Embryo, so dass auch jetzt eine Einsenkung des Ectoblast in die Uterindrüsen nicht stattfindet.

Anm. Bei den Embryonen von talpa findet man eine im Princip ganz gleiche, wenn auch in der Form sehr abweichende Erscheinung, welche durch Untersuchung einer grösseren Zahl ebenfalls mit dem ganzen Uterus zugleich geschnittener Embryonen festgestellt werden konnte; der Embryo besitzt hier überhaupt keinen Ectodermawulst, sondern der Ectoblast bildet zur Zeit der Anlagerung eine einfache Lage von cylindrischen Zellen. Diese lagern sich nun gegen ein breites von dem Bindegewebe der Uterinschleimhaut gebildetes Polster, welches von einem ganz niedrigen Epithel überkleidet wird und die Drüsenmündungen fast völlig verdeckt; nur an ganz vereinzelten Stellen zieht durch dasselbe noch der Ausführungsgang einer Drüse nach der Oberfläche hin.

Bei beiden Objecten, Kaninchen und Maulwurf, findet man also eine Verlegung der Drüsen durch mütterliches Gewebe vor Anlagerung des Embryo, beim Kaninchen geschieht dieser Verschluss aber durch eine ausserordentliche Wucherung des Epithels, während beim Maulwurf das Epithel ganz unbetheiligt bleibt und derselbe Effect durch die Vermehrung des Bindegewebes der Schleimhaut hervorgerufen wird.

Auch bei der weiteren Verbindung des Embryo mit dem Uterus durch Anlagerung der Allantois unterscheiden sich talpa und cuniculus. Bei talpa ist die Allantois bei ihrer Anlagerung ein blasenförmiges vom Entoblast ausgekleidetes Gebilde, während bei cuniculus in entsprechender Zeit ein sehr dicker zuerst engmaschiger Mesoblastwulst vorhanden ist, dessen sternförmige Zellen dann immer weiter auseinander rücken und so dann ein weitmaschiges Netzwerk bilden, ohne dass vorerst eine grössere Blase vorhanden wäre.

Digitized by Google

Die Embryonen von talpa sind auch in einer weiteren Beziehung bemerkenswerth, als sie nämlich, trotzdem sie zeitweilig ganz frei im Uterus liegen, sich nicht an der Seite des Mesometrium, sondern an der freien Uterinseite anheften. Es ist im übrigen die Lage der Stelle, an welcher der Embryo sich dem Uterus anlagert, selbstverständlich lange vor der Ausbildung der Allantois gegeben, indem die Seitentheile des Ectoblast bereits sehr früh eine feste Verbindung der Keimblase mit dem Uterus herstellen.

Auch beim Hund findet man einen ähnlichen Modus der Anlagerung, wie oben beschrieben, auch hier sind die Uterindrüsen vor der Verbindung des Ectoblast mit dem Uterus nach oben verschlossen. Mein Material ist aber hier noch nicht reichlich genug, um den Vorgang in seinen Einzelheiten verfolgen zu können.

Die oben erwähnten Durchschnitte durch die ganzen trächtigen Kaninchenuteri liefern auch gute Bilder über die eigenthümlichen Deciduawülste des Kaninchens, die von den Autoren bislang wohl nur nach aufgeschnittenen Präparaten beschrieben sind. Man findet, dass nicht bloss 2 oder 3 solcher Wülste vorhanden sind, sondern dass namentlich in jüngeren Stadien eine ganze Reihe kleinerer neben diesen liegt, die dann später mehr und mehr verstreichen, wie ja das ganze Gebilde auch nur der Rest ursprünglich vorhandener zahlreicher Leisten ist. Wenn man ferner nicht, wie meist üblich, den Uterus von der freien Seite, sondern von dem Mesometrium aus vorsichtig eröffnet und so fixirt, so bemerkt man, dass die Wülste gegenüber der unteren Seite des Embryo ihre Längsrichtung verlieren, quer zur Längsaxe des Uterus sich stellen und sich schliesslich in einer wie trichterartigen Vertiefung verlieren.

Anm. Eine Umbildung der Epithelzellen in Blutkörperchen, wie dies von Masquelin und Swaën für den Kaninchenuterus beschrieben, habe ich an meinen Präparaten bis jetzt nicht feststellen können.

In Combination mit einer Vorfärbung z. B. von Alauncarmin erhält man durch die Safranin-Pikrinsäurefärbung die frühesten eigentlichen Doppelfärbungen, die mir bei Embryonen bis jetzt gelungen sind; es sind bei Kaninchenembryonen von etwa 10—11 Tagen die Kerne der Blutkörperchen, welche eine ganz charakteristische Färbung annehmen; wenn man das

Digitized by Google

Saffranin völlig wieder extrahirt hat, und die Durchschnitte sonst ganz die Färbung des Alauncarmins wieder angenommen haben, treten die Kerne der rothen Blutkörperchen durch ihre leuchtende Saffraninfärbung scharf hervor. Die Kerne erscheinen sehr dunkel und ziemlich homogen. Die Färbung gelingt erst gut zu einer Zeit, in welcher die Blutkörperchen anfangen roth zu werden. Erst dann erscheint auch der Kern homogen, während früher das Chromatingerüst in ihm viel deutlicher und auch der Kern etwas grösser ist.

Blutkörperchen mit grösseren granulirten Kernen kommen auch vereinzelt jederzeit in den Präparaten vor. Diese geben dann die Doppelfärbung nicht und machen in ihrer Form eigentlich den Eindruck von farblosen Blutkörperchen.

Unterlässt man die Vorfärbung mit Carmin ganz, so findet man nach der Extraction mit der Pikrinsäure nur die Kerne der rothen Blutkörper sehr dunkel gefärbt; mit diesen zugleich die Mitosen und die Nucleolen der übrigen Kerne, ferner in dem Protoplasma an einzelnen Stellen angehäufte granula, wie ich solche namentlich in der secundären Augenblase beschrieben habe (Marb. Sitzungsber. März 1887). Es sind solche Präparate dann ganz besonders geeignet, um das erste Einwachsen der Gefässe in Organe z. B. das Centralnervensystem festzustellen, das bei Säugethieren verhältnissmässig früh — relativ früher z. B. als bei Reptilienembryonen — vor sich geht. Ein Umstand, der mit der früheren und rascheren Ausbildung des mittleren Keimblattes bei den Säugethieren überhaupt wohl im Zusammenhang steht.

Wenn man entsprechende Kaninchenembryonen, die mit Carmin gefärbt sind, ohne Nachfärbung mit Saffranin mit Pikrinsäure behandelt, so treten auch hier die Blutgefässe durch ihren leuchtend gelb gefärbten Inhalt sehr deutlich hervor. Doch kann man hier wohl nicht von einer eigentlichen Doppelfärbung reden, ebensowenig wie man dies für Körnchen in den Entoblastzellen solcher Embryonen thun wird, die ebenfalls durch ihre leuchtend gelbe Farbe hervortreten.

Digitized by Google

Anders werden die Doppelfärbungen, wenn man Embryonen aus einer Zeit wählt, in welcher die Blutkörper anfangen kernlos zu werden. An Präparaten von Embryonen von cavia aus dieser Zeit finde ich einmal eine Reihe von Blutkörperchen mit Kernen in ganz gleicher Färbung wie bei den früheren Stadien; dann solche in gleicher Grösse aber ohne Kerne, und endlich andere, die statt des homogenen Kernes mit Saffranin stark gefärbte Körnchen enthalten; diese Körnchen liegen in einzelnen der Blutkörper so zusammen, dass sie noch mit der Form des unveränderten Kernes ganz übereinstimmen, nur fehlt ein Grenzcontour, also eventuell eine Kernmembran, in anderen Blutkörperchen liegen weniger Körnchen, dann wieder in anderen nur noch einzelne wenige und schliesslich nur noch eine Andeutung solcher. Die Bilder gleichen sehr denen, welche Löwit neuerdings aus dem Blute erwachsener Thiere abgebildet hat (Wiener Sitz. Ber.). Das Auftreten irgend welcher specifischer Figuren habe ich vergeblich festzustellen versucht, ebenso haben mir Doppelfärbungen mit Saffranin und Gentianaviolett keine Vortheile gewährt.

In späteren Stadien erhält man bei gleicher Behandlung ebenfalls eigenthümliche Bilder von den kernlosen rothen Blutkörperchen; man findet ganz regelmässig einen sehr auffälligen kleinen rothen Fleck inmitten des sonst entfärbten Körperchens; ich muss aber annehmen, dass es sich hier lediglich um eine Extractionserscheinung handelt, deren morphologische Grundlage bisher nicht nachweisbar gewesen ist.

Sehr instructive Bilder über die Vertheilung und Anordnung der Mitosen erhält man auch, wenn man in gleicher Weise ganze unzerlegte Keimscheiben von Säugethieren behandelt.

Z. B. beim Kaninchen mit etwa 6—7 Urwirbeln erscheint die ganze Ectoblastfläche mit Mitosen dicht besetzt. Dieselben sind im Bereich der Rückenwülste am reichlichsten, namentlich da, wo diese, wie am Kopfende, sehr breit erscheinen und werden weiter nach aussen spärlicher.

Von Interesse war es dabei festzustellen, dass im Bereich des Endwulstes nicht, wie man vermuthen konnte, eine Zunahme

Digitized by Google

der Mitosen sich findet, sondern dass ihre Vertheilung hier eine annähernd gleichmässige ist; es ist also an dieser Stelle zwar eine Differenzirungs- aber keine eigentliche Proliferationszone im Embryo vorhanden.

Es stehen diese Befunde nicht in Einklang mit den Mittheilungen von Uskoff, der Ansammlung von Mitosen bei Kaninchenembryonen vor Schluss des Rückenmarkrohrs im Ectoblast vermisste. Eine Erklärung für diesen Umstand liegt vielleicht darin, dass Uskoff die Embryonen bisweilen erst 2—3 Stunden nach dem Tode des Thieres fixirte.

Ich finde die reichlichsten Mitosen an der Ectoblastfläche bei Embryonen mit eben sich entwickelndem Primitivstreifen.

Anm. Die interessante Beobachtung von Altmann, dass bei Hühnerembryonen vom 1.—6. Tag die Mitosen des Ectoblast und Entoblast, wenn diese Lagen mehrschichtig sind, sich fast ausschliesslich an der freien vom Mesoblast abgewendeten Seite finden, hat für die anderen amnioten Thiergruppen sich im grossen und ganzen und wenigstens für eine Reihe von Entwickelungsstadien bestätigen lassen.

Die zwei Mittheilungen, welche bis jetzt über den gleichen Vorgang bei Reptilienembryonen vorliegen, — von Merk und Rauber — weichen zwar etwas von einander und theilweise auch von Altmann ab, indess sind die Unterschiede mehr graduelle als principielle. Während Merk die Beobachtung von Altmann für einzelne Stadien und mit Ausnahme bestimmter Stellen (Kleinhirn) ganz bestätigt, giebt Rauber zwar das Ueberwiegen der von ihm sogenannten vertricularen Mitosen zu, legt aber besonderen Werth darauf festzustellen, dass auch ulturventriculare Mitosen nicht gar zu selten sind. Er thut dies namentlich mit Rücksicht darauf, dass er bei Untersuchung von Frosch-Embryonen abweichende Resultate erhielt.

Die Untersuchungen von Merk und Rauber sind nur an verhältnismässig alten Natterembryonen angestellt.

Gelegentlich anderer gemeinsam mit Herrn E. Martin gemachten Untersuchungen über Reptilien-Entwicklung, deren Resultate augenblicklich im Druck befindlich sind, konnten wir feststellen, dass an einer allerdings kleinen circumscripten Stelle des Centralnervensystems bei älteren Embryonen die Kerne der sich theilenden Zellen aus dem Verband der ruhenden heraus und in eine sonst kernlose Zone einrücken.

Mit Rücksicht auf diese Beobachtung möchte ich annehmen, dass auch Erscheinungen, die ich bei jungen Embryonen von lacerta finde und später im einzelnen beschreiben werde, auf einen ähnlichen Vorgang

Digitized by Google

hinweisen, dass auch hier während der Theilung nicht unerhebliche Verlagerungen der sich theilenden Kerne im Rückenmarksrohr vorkommen.

Im übrigen liegen bei Embryonen, bei welchen das Centralnervenrohr eben im Schluss begriffen ist, im vorderen Theil des Rohres fast ausschliesslich ventriculare Mitosen, während in den mittleren Theilen neben vorwiegend ventricularen auch ultraventriculare nicht selten sind. In dem Bereich des Endwulstes an denjenigen Stellen, an welchen das Rückenmark eben in der Differenzierung begriffen ist, sind die Mitosen ganz unregelmässig vertheilt. Auch sind sie hier nicht übermässig häufig, so dass man auch hier bei den Reptilienembryonen nur von einer Differenzierungs- nicht von einer eigentlichen Wucherungszone reden kann.

Während in diesem Stadium die Mitosen um den Centralkanal herum an meinen Präparaten ebenso wie an denjenigen, welche Merk und Rauber aus älterer Zeit beschreiben, sehr häufig sind, finde ich dieselben bei den Präparaten, die ich bis jetzt von jüngeren Keimscheiben angefertigt habe, viel spärlicher; ich kann aber hieraus noch nicht wie Uskoff den Schluss ziehen, dass es sich in den verschiedenen Zeiten um typische Wachstumsperioden handle, sondern glaube, dass bei den Reptilien embryonen sehr viel von den äusseren Umständen abhängt, in denen die trächtigen Weibchen gerade gehalten werden.

Endlich möchte ich hier noch eine Stelle namhaft machen, an welcher bereits in frühester Zeit die Lage der Mitosen bei lacerta-Embryonen eine andere ist, als es nach Altmann's Regel sein dürfte. Es ist das der Bereich des Hornblattes über dem letzten Ende des Centralnervenrohres und dem Endwulst. Das Hornblatt ist hier hoch und besteht aus kegelförmigen Zellen mit alternierend gestellten Kiemen. Mitten zwischen diesen liegen sehr vielfach die Mitosen.

Auch Unterschiede in der Anordnung des Chromatins bei ganz jungen Embryonen verschiedener Thiere, die unter sonst gleichen Bedingungen frisch behandelt sind und einen vorzüglichen Erhaltungszustand zeigen, treten dabei hervor. Man kann an der eigenthümlichen Anordnung des Chromatins einen Embryo von cavia von einem solchen von cuniculus, wenn auch bei stärkerer Vergrösserung nur ein kleines Stück im Gesichtsfeld sichtbar ist, ganz gut unterscheiden.

Die ganzen Embryonen von cuniculus lehren über die Reihenfolge der Extraction soviel, dass die Nucleolen sich zuerst entfärben, während die Mitosen und die granula noch lange den Farbstoff halten.

Digitized by Google

In der Sitzung vom 27. Januar 1888 wurden die bisherigen ausserordentlichen Mitglieder Herren Professoren Dr. Gasser und Dr. Strahl zu ordentlichen, der Direktor des botanischen Gartens Herr Professor Dr. Göbel ebenfalls zum ordentlichen, die Privatdocenten an hiesiger Universität Dr. R. Brauns und Dr. L. Plate zu ausserordentlichen Mitgliedern der Gesellschaft erwählt.

Eingegangene Schriften:

Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel. 8. Theil. 2. Heft. 1887. Basel 1887.

64. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1886. Breslau 1887. Beigabe.

Zacharias Allerts Tagebuch aus dem Jahre 1627. Julius Krebs. Breslau 1887.

XIII. Jahresbericht der Gewerbeschule zu Bistritz. 1886/7. Bistriz 1887.

Verhandlungen des naturhist. Vereins der preuss. Rheinlande, Westfalens und des Reg.-Bezirks Osnabrück. 44. Jahrg. 5. Folge. 4. Jahrg. Erst Hälfte. Bonn 1887.

3. und 4. Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft zu Braunschweig 1881—1886. Braunschweig 1883 und 1887.

XIV. Bericht der naturforschenden Gesellschaft in Bamberg. Bamberg 1887.

Jahres-Bericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens. Neue Folge XXX. Jahrgang. 1885/86. Chur 1887.

Sitzungsberichte und Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden. Jahrgang 1887 Januar—Juni. Dresden 1887.

Jahresberichte des naturwissenschaftlichen Vereins in Elberfeld. Siebentes Heft. Elberfeld 1887.

71. Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft in Emden. 1885/86. Emden 1887.

Mittheilungen des Naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark. Jahrgang 1886. Graz 1887.

Jahresbericht über die Verwaltung des Medicinalwesens etc. der Stadt Frankfurt a. M. XXX. Jahrgang 1886. Frankfurt a. M. 1887.

Verhandlungen des Naturhistorisch-Medicinischen Vereins zu Heidelberg. IV. Band 1. Heft. Heidelberg 1887.

Jahrbuch der Hamburgischen Wissenschaftlichen Anstalten. IV. Jahrgang. Hamburg 1887.

Digitized by Google

15. Jahresbericht des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst 1886. Münster 1887.
Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. II 1886 1. u. 2. Heft. München 1886.
Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. XXX. Riga 1887.
Lotos, Jahrbuch für Naturwissenschaft. Neue Folge. 1.—8. Band. Prag 1880—87. Wien 1888.
Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. 27. Band. Wien 1887.
Annalen des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums. Band II. No. 3 und No. 4 Wien 1887.
Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrgang 40. Wiesbaden 1887.
Leopoldina. Heft XXIII No. 15—22. Halle 1887.
Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin. Jahrgang 1886—87 No. 16—18. Jahrgang 1887—1888 No. 1—4.
Monatliche Mittheilungen aus dem Gesammtgebiete der Naturwissenschaften, Organ des Naturwissenschaftl. Vereins des Reg.-Bez. Frankfurt. 5. Jahrgang No. 4—6. Frankfurt a. O. 1887/88.
Societatum Litterae. No. 6—8. Frankfurt a. O. 1887.
Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. No. 13-15. Wien 1887.
Mittheilungen aus der Medicinischen Facultät der Kaiserlich-Japanischen Universität. Band I No. 1. Tokio 1887.
Atti della Reale Accademia dei Lincei. Volume III Fasc. 2—8. Roma 1887.
Sixt Annual Report af the United States Geological Survey. 1884—1885. Washington 1885.
Proceedings of the Academy of Natural. Sciences of Philadelphia. Part. I January — April 1887. Philadelphia 1887.
Journal of the New-York Microseopical Society. Vol. III No. 3 und 4. New-York 1887.
Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XXIV No. 125. Philadelphia 1887.
Annual Report of the Museum of Comparative Zoology. 1885—87. Cambridge 1886 u. 1887.
Bulletin of the Museum of Comparative Zoology. Vol. VIII No. 5. Cambridge 1887.
Memoirs of the Museum of Comparative Zoology. Vol. XVI No. 1 und 2. Cambridge 1887.
Boletin de la Academia Nacional de Ciencias. Tomo IX Entr. 4. Buenos Aires 1886.
Actas de la Academia Nacional de Ciencias. Tomo V Entr. 3. Buenos Aires 1886.

Digitized by Google

First Report of Dr. John Francis Churchill's free Stoechiological Dispensary. London 1886.
Steven Hoogendigk 1787—1887. Rotterdam 1887.
Archives du Musée Teyler. Ser. II Vol. 3. Part. 1. Haarlem 1887.
Fondation Teyler. Catalogue de la Bibliotheque, 5. u. 6. Lieferung. Haarlem 1886.
Observations Météorologiques. III. u. IV. Band. Luxemburg 1887.
Forhandlinger ved de Skandinaviske Naturforskeres. 13. Theil. Christiania 1887.
Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia. 1886 Anno XVII. Roma 1886.
Journal und Proceedings of the royal Society of N. S. Wales. Vol. XXI 1886. Sydney 1887.
Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. N. F. Fol. XV P. II. Boston 1887.
Bulletin of the California Academy of Sciences. Vol. 2 No. 7. San Francisco 1887.
Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der Kaiserlich japanischen Universität. Bd. I Th. 1. Tokio 1887.
Verhandlungen des Vereins für Natur- und Heilkunde zu Pressburg. N. F. Heft 5 u. 6. Pressburg 1884/87.
Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou 1887 No. 3 u. 4 nebst meteorologischen Beobachtungen. 1887.
Mc Coy, Prodr. of the Zoology of Victoria. Dec. XV. Melbourne 1887.
Journal of the New-York Microscopical Society. Vol. IV No. 1. New-York 1888.
Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins des Harzes. Bd. II. Wernigerode 1887.
Transactions of the Wagner Free Institute of Science of Philadelphia. Philadelphia 1887.
Berichte des naturwissenschaftlich-medicinischen Vereins in Innsbruck. Jahrg. XVI. Innsbruck 1887.

Marburg, Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 2. Februar 1888.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 3. Februar sprach Herr Professor Dr. Feussner über:

Bestimmung der Winkel und Brechungsexponenten von Prismen mit Fernrohr und Scale.

Ein Verfahren, welches der im Folgenden mitzutheilenden, aus den physikalischen Uebungen hervorgegangenen Methode einigermassen ähnlich ist, hat Francis Place[1]) im Jahre 1864 veröffentlicht. Während dieses aber auf die Bestimmung der Winkel beschränkt ist und ausser dem unsicheren Auflegen der Prismen auf eine ebene Fläche auch in dem Mangel eines Kennzeichens für den Parallelismus der Prismenkanten eine unter Umständen erhebliche Fehlerquelle besitzt, vermeidet die folgende Methode diese Unsicherheiten und gestattet ausserdem die Bestimmung der Brechungsexponenten mit aller Schärfe. Sie ist anwendbar sowohl auf feste Körper wie auf Flüssigkeiten (in Hohlprismen), beschränkt aber zunächst auf den in der Praxis hauptsächlich vorkommenden Fall nahe gleichseitiger Prismen, und wenn sie auch auf andere Fälle ausdehnbar ist, wird sie dabei doch immer von ihrer Bequemlichkeit etwas verlieren. Die Beobachtung mit einem genauen, gut justierten Spectrometer ist freilich einfacher, an Genauigkeit aber steht ihr das zu beschreibende Verfahren nicht nach. Indem es also auch für die feinsten Untersuchungen die kostbaren grossen Winkelmessinstrumente entbehrlich macht, erweitert es wesentlich die Ausführbarkeit derselben.

1) Poggend. Ann. Bd. 121, 624. 1864.

Digitized by Google

I.

Handelt es sich nur um Bestimmung der Prismenwinkel, so wird die Beobachtung besonders einfach, und ich will sie zunächst in dieser Voraussetzung beschreiben.

Man stelle (Fig 1.) ein Fernrohr F und zwei Scalen S_1 und

M

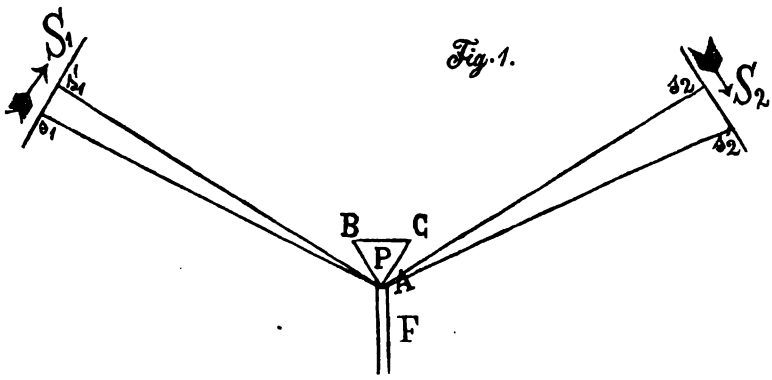


Fig. 1.

S_2 in derselben, am besten horizontalen Ebene so auf, dass die von der Mitte des Objectivendes des Fernrohrs auf die Scalen gefällten Perpendikel einander an Länge nahe gleich sind und mit der Axe des Fernrohrs Winkel von 60° bilden. Bringt man nun das Prisma P in der gezeichneten Stellung etwa auf einem mit Stellschrauben versehenen Tischchen mit einer seiner Kanten *(A)* vor die Mitte des Objectivs, so kann man es so einstellen, dass man durch die Spiegelung in seinen dieser Kante anliegenden Flächen die beiden Scalen mit dem Horizontalfaden des Fadenkreuzes im Fernrohr zusammenfallen sieht. Dann steht die betreffende Kante senkrecht auf der Beobachtungsebene. Man beobachte nun bei jeder Scale den Theilstrich, an welchem der Verticalfaden erscheint, und drehe die Scale um eine durch diesen Theilstrich gehende verticale Axe, sodass sie senkrecht auf der von der Prismenkante dahingehenden Geraden

Digitized by Google

steht, was durch Anklemmen eines Stückes Spiegelglas auf die Scale und Beobachtung des Spiegelbilds eines passend gestellten Lichtes über die Prismenkante hinweg leicht und scharf controlliert werden kann. Nun bringe man eine zweite Prismenkante *(B)* vor die Mitte des Objectivs, stelle sie senkrecht zur Beobachtungsebene und lese die Lage des Verticalfadens auf beiden Scalen ab. Nennen wir bei der Kante A die Ablesungen s_1 und s_2, bei der Kante B aber s_1' und s_2', ferner α_1 und α_2 die Abweichungen der Axenstrahlen des Fernrohrs zwischen Prisma und Scalen, und wachsen die Zahlen im Sinne der beiden Scalen beigefügten Pfeile, so ist

$$\frac{s_1'-s_1}{E_1}=tg\alpha_1\,,\quad \frac{s_2'-s_2}{E_2}=tg\,\alpha_2 \text{ und}$$

$$(1)\quad B-A=\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2}\,,$$

wenn die Winkel an den einzelnen Kanten mit denselben Buchstaben wie diese bezeichnet werden.

Ebenso beobachte man bei der Kante C. Nennen wir die Ablesungen hier s_1'' und s_2'', die Abweichungen der Axenstrahlen gegen die erste Lage β_1 und β_2, so ist

$$\frac{s_1''-s_1}{E_1}=tg\beta_1\,,\quad \frac{s_2''-s_2}{E_2}=tg\,\beta_2$$

$$(1a)\quad C-A=\frac{\beta_2-\beta_1}{2}.$$

Sind die Scalen ungefähr drei Meter vom Prisma entfernt, beträgt der wahrscheinliche Fehler bei der Ablesung der s etwa $0{,}1^{\,mm}$ und nimmt man an, dass der Einfluss der Beobachtungsfehler der E auf das Resultat dem der s gleich sei, so kann man den wahrscheinlichen Fehler in der Bestimmung der Winkeldifferenzen $B-A$ und $C-A$ auf etwa eine Secunde schätzen. Um aber diese Genauigkeit zu erreichen, ist es nöthig, dass die Kanten B und C genau an die Stelle der Kante A gebracht werden können. Das kann mit Hülfe einer an dem vorderen Rand des Fernrohrs oder an einem besonderen mit demselben

Digitized by Google

verbundenen Plättchen angebrachten Einkerbung geschehen, die die Prismenkanten in sich aufnimmt.

Sind die drei Kanten einander parallel, so ist die Summe der Winkel $A+B+C$ gleich zwei Rechten, und wir können mittelst der Gleichungen (1) und (1a) die Grösse der einzelnen Winkel berechnen. Unsere Anordnung gestattet nun auch, diesen Parallelismus zu prüfen, und eine etwaige Abweichung zu messen. Zu diesem Zweck benutzen wir die Scalenbilder, welche die durch das Prisma gebrochenen Strahlen liefern. Von einer oder beiden Scalen werden bei der beschriebenen Aufstellung diese Bilder ausser den gespiegelten im Fernrohr erscheinen oder wenigstens durch eine kleine Drehung des Prismas neben ihnen sichtbar gemacht werden können. Beobachtet man mit weissem Licht, so sind zwar in ihnen die verticalen Striche wegen der Zerstreuung der Strahlen nicht sichtbar, aber die horizontalen Grenzen sind scharf, sodass man die Lage der Mitte der Theilung in verticaler Richtung leicht erkennen kann, und darauf kommt es hier allein an. Fällt diese Mitte ebenso wie bei den gespiegelten Bildern mit dem Horizontalfaden des Fernrohrs zusammen, so sind die Kanten parallel, andernfalls nicht. Man könnte aus der beobachteten Abweichung die Neigung der Kanten berechnen, doch wäre dazu die Kenntniss des Brechungsindexes erforderlich. In folgender Weise kommt man ohne diese Kenntniss zum Ziel. Wir nehmen an, dass das Prisma mit der Kante A dem Fernrohr, mit B der Scale S_1 zugekehrt sei, und dass das gebrochene Bild dieser Scale neben den beiden gespiegelten gesehen werde. Wir verstellen nun das Prisma mittelst der Schrauben seines Tischchens so, dass es sich um eine Senkrechte durch B auf die gegenüberliegende Fläche als Axe dreht, bis das gebrochene Bild von S_1 mit dem Horizontalfaden zusammenfällt. Dabei muss das gespiegelte Bild von S_2 unverändert geblieben sein, während sich das von S_1 vom Horizontalfaden entfernt hat. An passender Stelle hefte man eine verticale Theilung an diese Scale und messe ihre Abweichung σ vom Horizontalfaden. Bezeichnen wir nun die Neigung der Normale auf die

Digitized by Google

Fläche BC gegen die Normalebene der Kante A mit δ, die des an AB reflectierten Axenstrahls gegen die Horizontalebene mit δ', so ergibt sich für kleine δ

$$\sin\delta = \frac{\sin C}{2\sin A\,\cos B}\sin\delta', \quad tg\,\delta' = \frac{\sigma}{E_1}.$$

Für nahe gleichseitige Prismen kann also ohne merklichen Fehler $\delta = \delta'$ gesetzt werden.

Ferner ergibt sich

$$A + B + C = \pi + \frac{1}{2}\frac{\sin A}{\sin B\,\sin C}\sin^2\delta,$$

also beträgt für nahe gleichseitige Prismen der Ueberschuss der Winkelsumme über zwei Rechte $\frac{\sin^2\delta}{\sqrt{3}}$, woraus in Verbindung mit (1) und (1a) folgt

$$A = \frac{\pi}{3} + \frac{\alpha_1 + \beta_1 - \alpha_2 - \beta_2}{6} + \frac{\sin^2\delta}{3\sqrt{3}}$$

$$B = \frac{\pi}{3} + \frac{-2\alpha_1 + \beta_1 + 2\alpha_2 - \beta_2}{6} + \frac{\sin^2\delta}{3\sqrt{3}}$$

$$C = \frac{\pi}{3} + \frac{\alpha_1 - 2\beta_1 - \alpha_2 + 2\beta_2}{6} + \frac{\sin^2\delta}{3\sqrt{3}}.$$

Demnach übt δ nur einen verhältnissmässig geringen Einfluss auf den Werth der Winkel aus und kann mittelst folgender kleinen Tabelle leicht in Rechnung gezogen werden:

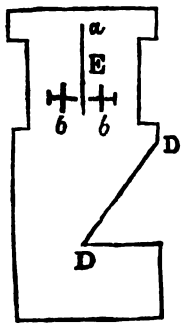
δ	$\frac{\sin^2\delta}{3\sqrt{3}}$	δ	$\frac{\sin^2\delta}{3\sqrt{3}}$
1°,0	12″,1	0°,5	3″,0
0,9	9,8	0,4	1,9
0,8	7,7	0,3	1,1
0,7	5,9	0,2	0,5
0,6	4,4	0,1	0,1

Digitized by Google

II.

Sollen auch die Brechungsindices bestimmt werden, so ist es nöthig, die Lage der Fernrohraxe gegen die Prismenflächen zu kennen, was zur Winkelmessung nicht erforderlich war. Zu diesem Zweck habe ich eine kleine Hülfsvorrichtung construirt, die in Fig. 2. abgebildet ist. Sie besteht aus einem auf das Objectivende des Fernrohrs aufzuschiebenden (eventuell mit einer Schraube zu befestigenden) Rohr, das in einem Ausschnitt den um 30° gegen die Fernrohraxe geneigten Spiegel DD' trägt. Derselbe besteht, um die doppelten Bilder zu vermeiden, aus einer auf Spiegelglas niedergeschlagenen polierten Silberschicht und reicht mit seinem dem Objectiv zugekehrten Ende nur bis in die Mitte dieses letzteren, sodass man in dem Fernrohr sowohl geradeaus in der Sehrichtung gelegene Gegenstände als auch mittelst des Spiegels seitlich liegende erblickt. Das Rohr trägt noch einen zweiten kleinen Spiegel E, der sich um eine Axe a drehen kann und durch Stellschrauben $b\,b$, die auf einen aus einem Schlitz des Rohrs heraustretenden Zapfen wirken, der Fernrohraxe genau parallel stellen lässt. Er ist ebenfalls mit Silber belegt und poliert, so dass er nach beiden Seiten spiegelt, und kann durch Ausschnitte des Rohrs von beiden Seiten beobachtet werden.

Fig. 2.



Das Verfahren gestaltet sich nun folgendermassen. In der Sehrichtung des Fernrohrs wird in gleicher Entfernung mit den Scalen eine Marke M, etwa aus einem in eine Glastafel eingeritzten Kreuz bestehend, angebracht, das mit dem aufgesetzten Rohr versehene Fernrohr horizontal so darauf eingestellt, dass ein in der Axe verlaufender Strahl nach Reflexion an dem seitlichen Spiegel eine der Scalen, etwa S_1, treffen würde, und diese Scale um den Theilstrich s_1, der dann am Verticalfaden erscheint, gedreht, bis sie senkrecht zu dem Axenstrahl steht. Sodann wird das Fernrohr um seine Axe um 180° gedreht, was am einfachsten so geschieht, dass es sich bei unveränderter Einstellung auf die

Digitized by Google

Marke in Berührung einer seitlich angebrachten Führung bewegt. Die richtige Grösse der Drehung wird in den meisten Fällen mit genügender Genauigkeit an dem Wiederzusammenfallen des Verticalfadens des Fadenkreuzes mit dem entsprechenden Strich der Marke erkannt. Ist grössere Genauigkeit erforderlich, so kann dieselbe durch ein auf den Spiegel E gerichtetes kleines Fernrohr leicht erhalten werden, das in beiden Stellungen denselben Gegenstand zeigen muss. Nach dieser Drehung muss die zweite Scale (S_2) im Gesichtsfeld erscheinen; sie wird ebenso wie vorhin die andere senkrecht zu dem Axenstrahl gestellt; der betreffende Theilstrich sei s_2. Die Winkel MDs_1 und MDs_2 sind dann dem Winkel S gleich, welchen die beiden Lagen der Spiegelfläche DD' mit einander bilden. Nun wird das Ansatzrohr entfernt und das Prisma mit seiner Kante A an die Stelle gebracht, welche vorhin der Durchschnitt des Spiegels DD' mit der durch die Fernrohraxe gehenden Verticalebene einnahm. Damit dies mit Schärfe geschehen könne, achtet man gleich beim Aufsetzen des Ansatzrohrs darauf, dass die Ebene des Spiegels DD' genau durch den Scheitel der zur Aufnahme der Prismenkanten bebestimmten Auskerbung geht und zugleich an dieser Stelle den Fernrohrquerschnitt halbiert. Die Prismenkante A wird nun senkrecht zur Beobachtungsebene gestellt und die Scalentheile s_1' und s_2' abgelesen, die jetzt am Verticalfaden erscheinen. Zugleich wird wie in I der Parallelismus der Prismenkanten geprüft und eine etwaige Abweichung gemessen. Dieselben Beobachtungen werden bei den Kanten B und C ausgeführt, s_1'' und s_2'', s_1''' und s_2''' seien die betreffenden Ablesungen auf den Scalen. Setzen wir

$$\frac{s_1' - s_1}{E_1} = tg\,\alpha_1 \qquad \frac{s_2' - s_2}{E_2} = tg\,\alpha_2$$

$$\frac{s_1'' - s_1}{E_1} = tg\,\beta_1 \qquad \frac{s_2'' - s_2}{E_2} = tg\,\beta_2$$

$$\frac{s_1''' - s_1}{E_1} = tg\,\gamma_1 \qquad \frac{s_2''' - s_2}{E_2} = tg\,\gamma_2$$

Digitized by Google

und hat δ dieselbe Bedeutung wie in I, so ist

$$A-S=\frac{\alpha_2-\alpha_1}{2},\quad B-S=\frac{\beta_2-\beta_1}{2},\quad C-S=\frac{\gamma_2-\gamma_1}{2}$$

also

$$(3)\quad\begin{cases} S=\frac{\pi}{3}+\frac{\alpha_1+\beta_1+\gamma_1-\alpha_2-\beta_2-\gamma_2}{6}+\frac{\sin^2\delta}{3\sqrt{3}} \\ A=\frac{\pi}{3}+\frac{-2\alpha_1+\beta_1+\gamma_1+2\alpha_2-\beta_2-\gamma_2}{6}+\frac{\sin^2\delta}{3\sqrt{3}} \\ B=\frac{\pi}{3}+\frac{\alpha_1-2\beta_1+\gamma_1-\alpha_2+2\beta_2-\gamma_2}{6}+\frac{\sin^2\delta}{3\sqrt{3}} \\ C=\frac{\pi}{3}+\frac{\alpha_1+\beta_1-2\gamma_1-\alpha_2-\beta_2+2\gamma_2}{6}+\frac{\sin^2\delta}{3\sqrt{3}}. \end{cases}$$

Zur Ausführung der weiteren Messungen wird nun eine Scale, z. B. S_1, mit Natriumlicht oder einem andern einfarbigen Licht beleuchtet und das Prisma um seine dem Fernrohr zugewandte Kante (A) so gedreht, dass es sich gegen den von dort kommenden durchgehenden Axenstrahl in der Minimumstellung befindet. Es ist das mit ein Meter langen und 3 Meter entfernten Scalen selbst bei ganz schwach brechendem Crownglas ohne Verrückung der Scalen möglich, wenn man von vornherein

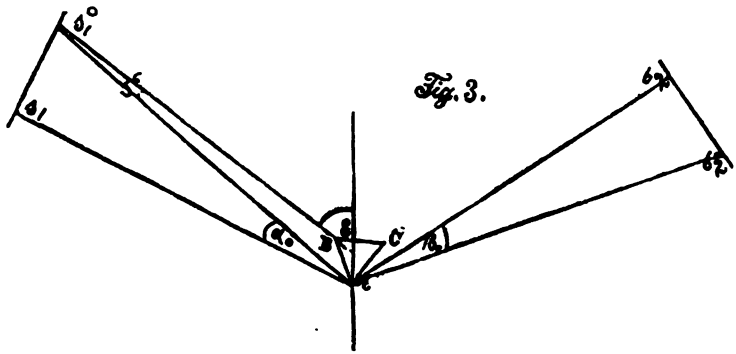


Fig. 3.

auf passende Stellung derselben achtet (sodass s_1 und s_2 möglichst in ihren Anfang fallen) und als brechende Kante die des grössten Prismenwinkels anwendet. Hat man noch schwächer brechende Körper, so muss man längere Scalen oder kleinere Entfernung

Digitized by Google

derselben oder einen grösseren Prismenwinkel anwenden. — Nennt man $s_1{}^0$ den Punkt der Scale S_1, von dem der durchgehende Axenstrahl herkommt, ζ den Winkel, welchen er mit der Linie $s_1{}^0 A$, ε den, welchen er mit der Fernrohraxe bildet, $s_2{}^0$ den Punkt der Scale S_2, welcher den an AC reflectierten Axenstrahl liefert, und setzt

$$\frac{s_1{}^0 - s_1}{E_1} = tg\,\alpha_0\,, \quad \frac{s_2{}^0 - s_2}{E_2} = tg\,\beta_0\,,$$

so ist

$$(4)\ \varepsilon = S - \alpha_0 + \zeta,\ (5)\ sin\zeta = \frac{2f_2}{E_1} sin\frac{C}{2} cos\,\alpha_0\, cos\frac{S+C+\beta_0}{2},$$

worin durch f_2 die Breite der Prismenfläche AC bezeichnet ist. Der hierin vorkommende Winkel β_0 ist in der Minimumstellung nicht mit Genauigkeit durch die Beobachtung bestimmbar. Man eliminiert ihn daher am besten mittelst der Beziehung $2S + C + \beta_0 - \alpha_0 + \zeta = \pi$ und bringt damit die Gleichung für ζ auf die Form

$$sin\frac{\zeta}{2} = \frac{f_2}{E_1} sin\frac{C}{2} cos\alpha_0\, sin\frac{S-\alpha_0}{2} + \frac{1}{2}\left(\frac{f_2}{E_1} sin\frac{C}{2} cos\,\alpha_0\right)^2 sin(S-\alpha_0)$$

$$(6) \qquad = \frac{f_2}{E_1 cos^2\omega} sin\frac{C}{2} cos\,\alpha_0\, sin\frac{S-\alpha_0}{2}$$

wenn zur Vereinfachung der Rechnung

$$\frac{f_2}{E_1} sin\frac{C}{2} cos\,\alpha_0\ cos\frac{S-\alpha_0}{2} = tg^2\omega$$

gesetzt wird. Der Brechungsindex ist dann aus der Gleichung

$$(7)\quad n = \frac{sin\frac{1}{2}(C+\varepsilon)}{sin\frac{1}{2}C}$$

zu bestimmen, und die erreichbare Genauigkeit der einzelnen Beobachtung lässt sich unter den obigen Annahmen auf etwa drei Einheiten der sechsten Stelle schätzen.

Selbstverständliche Vorsichtsmassregeln, Prüfung der Scalen u. dgl. erwähne ich nicht, doch ist die Bemerkung wohl am Platz, dass bei der Schärfe der Methode die Prismenflächen bezüglich ihrer Ebenheit untersucht werden müssen, resp. die Neigungen der benutzten Theile derselben Flächen gegeneinander

Digitized by Google

zu messen sind. Da aber bei unebener Gestalt der ganzen Flächen auch diese Theile nicht eben sein werden, so handelt es sich um die Bestimmung der Neigung solcher Ebenen, welche bezüglich des erzeugten Bildes den benutzten Flächen äquivalent sein würden. Dazu verfährt man am besten folgendermassen: Zwei Beobachtungsfernrohre werden parallel nebeneinander in gegenseitig unverrückbarer Stellung befestigt (ich habe sie auf einem eichenen Brett angegipst), vor das eine derselben auf einem besonderen Träger das Prisma in derselben Stellung wie bei den beschriebenen Beobachtungen gebracht, sodass es mit der zu prüfenden Fläche eine seitlich aufgestellte Scale spiegelt, das andere auf die geradeaus in derselben Entfernung aufgestellte Marke oder zweite Scale eingestellt. Nach Ablesung des Stands des Fadenkreuzes des ersten Fernrohrs auf dem Spiegelbild der seitlichen Scale, welches von dem nach dem Fernrohr hinliegenden Flächentheil erzeugt wird, werden ohne Berührung des Prismas die Fernrohre nach der Seite verschoben, bis die optische Axe des ersten die entferntere Prismenkante trifft, und das zweite wieder auf die Marke eingestellt. Wenn nun der jetzt wirkende der entfernteren Kante anliegende Flächentheil dem ersten parallel ist, so muss das Fadenkreuz in dem reflectierten Scalenbild genau an derselben Stelle stehen wie vorher. Die beobachtete Abweichung durch die doppelte Scalenentfernung dividiert gibt den gesuchten Neigungswinkel.

Es seien nun die so bestimmten Neigungswinkel bei der Fläche BC mit ϑ_1, bei CA mit ϑ_2, bei AB mit ϑ_3 bezeichnet, dann kommt zu den in (3) angegebenen Werthen der Winkel S, A, B, C, jedesmal noch hinzu $\frac{\vartheta_1 + \vartheta_2 + \vartheta_3}{3}$, unter den Prismenwinkeln diejenigen verstanden, welche die den betreffenden Kanten anliegenden Flächentheile miteinander bilden. Sind jedoch, wie das in den Gleichungen (5), (6), (7) der Fall ist, unter den Prismenwinkeln die zu verstehen, welche die entfernteren Flächentheile mit einander bilden, so kommt zu den

Digitized by Google

Werthen von A, B, C in (3) der Reihe nach hinzu $\frac{\vartheta_1 - 2\vartheta_2 - 2\vartheta_3}{3}$, $\frac{\vartheta_2 - 2\vartheta_3 - 2\vartheta_1}{3}$, $\frac{\vartheta_3 - 2\vartheta_1 - 2\vartheta_2}{3}$. Zugleich tritt an die Stelle von f_2 in (5) und (6) $f_2\left(1 + \frac{\vartheta_2}{2} cotg \frac{C}{2}\right)$, doch wird ζ durch diese Correctionen kaum merklich beeinflusst werden.

Als Beispiel mag die folgende Messung der Winkel und des Brechungsindexes eines Glasprismas dienen. — Den Längenangaben liegen Doppelmillimeter als Einheit zu Grunde, da die verwandten Scalen so getheilt waren. Die Flächen des Prismas erwiesen sich als nicht ganz eben und die auf die vorhin angegebene Weise gemessenen Neigungswinkel hatten für die einzelnen Flächen folgende Werthe

$$\vartheta_1 = 5''5, \quad \vartheta_2 = 4''8, \quad \vartheta_3 = 7''1;$$

dagegen waren die Kanten genau genug parallel, dass δ vernachlässigt werden konnte. Die Entfernung der Scalen war $E_1 = E_2 = 1503{,}4$, die Breite der Prismenfläche $f_2 = 17{,}57$.

Die Beobachtung ergab ferner für die oben definierten s

$$s_1 = 108{,}4 \quad s_1' = 115{,}0 \quad s_1'' = 249{,}9 \quad s_1''' = 239{,}3$$
$$s_2 = 337{,}9 \quad s_2' = 196{,}9 \quad s_2'' = 311{,}4 \quad s_2''' = 321{,}8$$
$$s_1^0 = 524{,}0$$

wobei s_1^0 sich auf Beleuchtung der Scale S_1 mit Natriumlicht bezieht.

Daraus folgt

$$\alpha_1 = 0^0\ 15'\ 5''5 \qquad \alpha_2 = -5^0\ 21'\ 28''6$$
$$\beta_1 = 5^0\ 22'\ 36''6 \qquad \beta_2 = -1^0\ 0'\ 35''4$$
$$\gamma_1 = 4^0\ 58'\ 34''2 \qquad \gamma_2 = -0^0\ 36'\ 48''9$$
$$\alpha_0 = 15^0\ 27'\ 10''6$$

und nach (3) unter Berücksichtigung der ϑ

$$S = 62^0\ 55'\ 57''3$$
$$A = 60^0\ 7'\ 28''4$$
$$B = 59^0\ 44'\ 8''7$$
$$C = 60^0\ 8'\ 5''5$$

wenn unter den Prismenwinkeln die von den der betreffenden

Digitized by Google

Kante entfernt liegenden Flächentheilen gebildeten Winkel verstanden werden. Nach (6) ergibt sich damit

$$\zeta = 0^0\ 15'\ 43''0$$

und nach (4)

$$\varepsilon = 47^0\ 44'\ 29''7$$

woraus nach (7) der Brechungsindex für Natriumlicht folgt

$$n = 1{,}613478.$$

Ueber die mehrfachen Bilder keilförmiger Platten und ihre Benutzung für die Theorie der Interferenzerscheinungen derselben.

Die Lehre von den Winkelspiegeln ist in neuerer Zeit mehrfach behandelt[1]) und besonders von Herrn E. Hess auf räumliche Ecken ausgedehnt worden. Eine Ausdehnung in anderer Richtung und Anwendung derselben will ich in den folgenden Seiten geben.

Man hat meines Wissens bisher immer den leuchtenden Punkt und das Auge innerhalb des von den Spiegeln gebildeten Winkels angenommen, was bei Undurchgängigkeit derselben für die Strahlen auch die allein in Betracht kommende Lage ist. Für die Anwendung auf die Interferenzerscheinungen ist aber der allgemeinere Fall, dass die spiegelnden Flächen dem Licht den Durchgang gestatten von besonderer Wichtigkeit. Dann kann der leuchtende Punkt oder das Auge oder beide ausserhalb des von den Spiegeln gebildeten Winkels liegen, und wir wollen daher im Folgenden eine ganz beliebige Lage derselben voraussetzen. Man denke sich nun eine Ebene senkrecht auf die Durchschnittslinie der beiden Spiegel (S_1 und S_2) durch den leuchtenden Punkt (P) gelegt und in derselben einen Kreis con-

1) Bezüglich der Literatur verweise ich auf den Aufsatz von E. Hess S. 35 dieser Sitzungsberichte.

Digitized by Google

struirt, der durch P geht, und dessen Mittelpunkt (M) in der Durchschnittslinie der Spiegel liegt. Dann ist klar, dass in jedem Fall sämmtliche Bilder von P ebenfalls auf diesem Kreis liegen müssen.

Diese Bilder lassen sich in vier Gruppen eintheilen und zwar umfasse

Gr. I diejenigen, welche durch eine ungrade Anzahl Reflexionen zuletzt an S_1

Gr. II „ „ „ „ „ „ „ „ zuletzt an S_2

Gr. III „ „ „ „ „ grade „ zuletzt an S_1

Gr. IV „ „ „ „ „ „ „ „ zuletzt an S_2

entstehen. Gruppe I und II bilden eine zusammenhängende Reihe, deren Glieder den gegenseitigen Abstand 2α besitzen, wenn α der Winkel der Spiegel ist. Eine ebensolche Reihe bilden Gruppe III und IV zusammen mit dem leuchtenden Punkt selbst. Die Punkte von Gruppe I und III folgen in der Richtung $S_2 S_1$ aufeinander, die von Gr. II und IV in der Richtung $S_1 S_2$, und die Spiegel S_1 und S_2 nebst ihren aufeinanderfolgenden Spiegelbildern halbieren jedesmal die Zwischenräume zwischen zwei benachbarten Punkten verschiedener Gruppen. Alle vier Gruppen sind nur sichtbar, wenn sowohl der leuchtende Punkt als das Auge zwischen den Spiegeln liegen; in den andern Fällen verschwinden zwei oder drei Gruppen, sodass sich folgende Zusammenstellung ergibt

P	Auge	sichtbar
zwischen S_1 u. S_2	zwischen S_1 u. S_2	Gr. I, II, III, IV
„ „ „	ausserh. auf der Seite v. S_1	„ II, IV
„ „ „	„ „ „ S_2	„ I, III
ausserh. a. d. S. v. S_1	zwischen S_1 u. S_2	„ II, III [v. Gr. I.
„ „ „	ausserh. a. d. S. v. S_1	„ II u. erstes Bild
„ „ „	„ „ „ S_2	„ III
ausserh. a. d. S. v. S_2	zwischen S_1 u. S_2	„ I, IV
„ „ „	ausserh. auf der Seite v. S_1	„ IV [v. Gr. II.
„ „ „	„ „ „ S_2	„ I u. erstes Bild

Digitized by Google

Die Bilderreihen gehen in der Richtung von den Spiegeln hinweg nicht über die Punkte hinaus, wo die Peripherie von einer durch Auge und Kreismittelpunkt gelegten Geraden getroffen wird, und bestehen für äussere Lagen von P, wie die Zusammenstellung zeigt, nur aus gleichweit (2α) von einander abstehenden Punkten.

Diese auf den Fall eines optisch gleichartigen Mittels bezüglichen Betrachtungen lassen sich nun ohne Weiteres auf den Fall ausdehnen, dass der Raum zwischen den Spiegelflächen von einem beliebigen andern vom umgebenden Mittel verschiedenen Stoff erfüllt wird. Man kann in der That alle nach beliebigen innern Reflexionen von einer derartigen keilförmigen Platte zurückgeworfenen oder durch sie hindurchgegangenen Strahlen als von einem Punkt der angegebenen Bildreihen ausgehend und einen Keil vom Material der Platte nur einmal durchsetzend ansehen, dessen Austrittsfläche mit der der Platte zusammenfällt und dessen Eintrittsfläche gegen den betreffenden Bildpunkt ebenso liegt wie die Eintrittsfläche der Platte gegen den leuchtenden Punkt.

Der Beweis dieses Satzes, der ebenso für die Weglänge wie für die Richtung der Strahlen gilt, ist so einfach, dass ich nicht darauf einzugehen brauche. Ich wende mich sofort zu seiner Anwendung auf die Theorie der Interferenzerscheinungen keilförmiger Blättchen.

Die Grundlage dieser Theorie bildet die Ermittlung des Gangunterschieds zweier zusammengehöriger, d. h. von demselben Punkt der Lichtquelle ausgehender und sich in einem Punkt der Bildfläche (Netzhaut des Auges oder die Erscheinung auffangender Schirm) vereinigender Strahlen. Ich habe dieselbe zuerst mit der nöthigen Genauigkeit ausgeführt[1]) und zur Er-

1) Diese Sitzungsberichte, 1880 S. 1—22; daraus wiederholt Wiedemanns Annalen XIV, 545 (1881). Ferner diese Sitzungsberichte 1882, S. 1—8.

Digitized by Google

klärung der wesentlichsten Eigenschaften der Interferenzerscheinung benutzt. Die damalige Rechnung war aber noch weitläufig und mühsam. Die Benutzung des oben abgeleiteten Satzes gewährt nun nicht bloss eine grössere geometrische Uebersichtlichkeit, sondern gestattet auch eine sehr wesentlich einfachere Rechnung. Ich will das im Folgenden für den auch früher von mir behandelten Fall reflectierten Lichtes zeigen, dabei jedoch gegenwärtig annehmen, dass die Strahlen nach der Reflexion vom Blättchen direkt zu dem die Erscheinung auffangenden Schirm gelangen, ohne vorher durch eine Linse zu gehen, wie ich damals angenommen hatte. Ich thue das weniger der Einfachheit der Betrachtung wegen, die nicht viel dadurch gewinnt, als desshalb, weil der Einfluss von Linsen auf die Interferenzerscheinungen, der gewöhnlich (in ungerechtfertigter Verallgemeinerung des Falles der Fresnel'schen Lupe bei Beugungserscheinungen) für unmerklich gehalten wird, einer besondern eingehenden Behandlung bedarf. Bei Vergleichung der jetzt abzuleitenden Formeln mit den früher angegebenen, ist also in diesen das n_1, der Brechungsexponent der Linse, gleich 1 zu setzen.

Wir wollen uns nun das Blättchen so gelegt denken, dass seine Keilkante mit der Y-Axe, seine obere Fläche mit der XY-Ebene eines rechtwinkligen Coordinatensystems zusammenfällt. In der XZ-Ebene nehmen wir einen leuchtenden Punkt P mit den Coordinaten x, o, z an, dann liegen unserm eben ausgesprochenen Satz zufolge die Bildpunkte P_0, P_1, P_2..., von denen wir die Strahlen ausgehend denken können, auf einem Kreis in der XZ-Ebene, der durch den Punkt P geht und seinen Mittelpunkt im Coordinatenanfangspunkt hat; und zwar liegt P_0 symmetrisch bezüglich der XY-Ebene zu P, P_1 um 2ε weiter als P_0, P_2 um 2ε weiter als P_1 u.s.w., wenn ε der sehr kleine Neigungswinkel der Flächen des Blättchens ist, und die von P_i (wo i eine Zahl der Reihe 0, 1, 2... bedeutet) ausgehenden Strahlen haben einen Keil mit derselben Kante und Austrittsfläche wie unser Blättchen und dem Neigungswinkel $2i\varepsilon$ zu durchsetzen. — Die Weglänge des von irgend einem P_i nach einem

Digitized by Google

Punkt Q mit den Coordinaten ξ, η, ζ gelangenden Strahls ergibt sich nun folgendermassen. Wir wollen noch ein zweites Coordinatensystem einführen, dessen Y-Axe mit der des bisherigen (also auch der Keilkante) zusammenfalle, während die X-Axe in der unteren Fläche des Keils liege, sodass das zweite System durch eine Drehung von $2i\varepsilon$ um die Y-Axe in der Richtung von X nach Z in das erste übergeht. Die Richtungscosinus des Strahls zwischen P_i und der unteren Keilfläche seien α, β, γ bezogen auf das zweite System, die innerhalb des Keils seien α_1, β_1, γ_1 bezogen auf das zweite und α_1', β_1', γ_1' bezogen auf das erste System, die zwischen der oberen Keilfläche und Q seien α_2, β_2, γ_2 bezogen auf das erste System. Die Durchtrittspunkte des Strahls durch die untere und die obere Keilfläche haben die Coordinaten x_1, y_1 im zweiten und x_2, y_2 im ersten System. Dann bestehen, wenn wir $sin 2i\varepsilon = \delta$ und $cos 2i\varepsilon = \vartheta$ setzen, und n der Brechungsexponent des Blättchens ist, die Gleichungen:

$$(1)\quad \alpha_1 = \frac{\alpha}{n},\ \beta_1 = \frac{\beta}{n},\ \gamma_1 = \frac{w}{n},\ w = \sqrt{n^2 - \alpha^2 - \beta^2}$$

$$(2)\quad \begin{cases} \alpha_1' = \dfrac{1}{n}(\alpha\vartheta + w\delta),\ \beta_1' = \dfrac{\beta}{n} \\ \gamma_1' = \dfrac{w}{n}\left(1 + \displaystyle\sum_{p=1} (-1)^p \binom{\frac{1}{2}}{p} \left(2\frac{\alpha}{w}\delta\vartheta + \frac{w^2-\alpha^2}{w^2}\delta^2\right)^p\right) \end{cases}$$

$$(3)\quad \begin{cases} \alpha_2 = \alpha\vartheta + w\delta,\ \beta_2 = \beta \\ \gamma_2 = \gamma\left(1 + \displaystyle\sum_{p=1} (-1)^p \binom{\frac{1}{2}}{p} \left(2\frac{\alpha w}{\gamma^2}\delta\vartheta + \frac{w^2-\alpha^2}{\gamma^2}\delta^2\right)^p\right) \end{cases}$$

$$(4)\quad x_1 = x + z\frac{\alpha}{\gamma},\ y_1 = z\frac{\beta}{\gamma}$$

$$(5)\quad x_2 = x_1\vartheta + \frac{x_1\alpha_2}{n\gamma_1'}\delta,\ y_2 = y_1 + \frac{x_1\beta}{n\gamma_1'}\delta$$

$$(6)\quad \frac{\xi - x_2}{\alpha_2} = \frac{\eta - y_2}{\beta} = \frac{\zeta}{\gamma_2}$$

Digitized by Google

Die Länge des Strahls von P_i bis zur untern Keilfläche ist $\frac{z}{\gamma}$, die im Keil $\frac{x_1\delta}{\gamma_1'}$, die von der obern Keilfläche bis Q $\frac{\eta - y_2}{\beta}$, sodass sich für die ganze Luftlänge ergibt

$$(7) \quad \frac{z}{\gamma} + n\frac{x_1}{\gamma_1'}\delta + \frac{\eta - y_2}{\beta} = \frac{\eta}{\beta} + (n^2 - 1)\frac{x_1}{n\gamma_1'}\delta.$$

Wir wollen nun die Werthe der obigen Grössen, die sich auf $i = o$ beziehen, durch den angehängten Index $_0$ bezeichnen und ihre Aenderung beim Uebergang zu dem betrachteten Strahl durch ein vorgesetztes Δ, so dass z. B. $\alpha = \alpha_0 + \Delta\alpha$ u. s. w. Dann ist die Wegdifferenz dieses Strahls gegen den von P_0 ausgehenden

$$(8) \qquad \eta\Delta\frac{1}{\beta} + (n^2 - 1)\frac{x_{10}}{w_0}\delta + (n^2 - 1)\Delta\frac{x_1}{n\gamma_1'}.\delta$$

Aus der Gleichung $\frac{1}{\beta^2} = \frac{\alpha^2}{\beta^2} + \frac{\gamma^2}{\beta^2} + 1$ folgt

$$(9) \quad \begin{cases} \Delta\frac{1}{\beta} = \frac{1}{\beta_0}\sum_{p=1}\binom{\frac{1}{2}}{p} B^n \text{ , wenn} \\ 2\beta_0\left(\alpha_0\Delta\frac{\alpha}{\beta} + \gamma_0\Delta\frac{\gamma}{\beta}\right) + \beta_0^2\left(\left(\Delta\frac{\alpha}{\beta}\right)^2 + \left(\Delta\frac{\gamma}{\beta}\right)^2\right) = B \end{cases}$$

gesetzt wird. Setzen wir weiter $\sum_{p=1}\left(\frac{\alpha - \alpha_2}{\alpha}\right)^p = A$ und $\sum_{p=1}\left(\frac{\gamma - \gamma_2}{\gamma}\right)^p = \Gamma$, so folgt aus (6) und (5)

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\xi - x}{\eta} + \frac{\xi - x_1\vartheta}{\eta}A + \frac{x_1}{\eta}(1 - \vartheta)$$

$$\frac{\gamma}{\beta} = \frac{z + \zeta}{\eta} + \frac{\zeta}{\eta}\Gamma + \frac{\gamma x_1}{n\gamma_1'}.\frac{\delta}{\eta}$$

$$(10) \quad \begin{cases} \Delta\frac{\alpha}{\beta} = \frac{\xi - x_1\vartheta}{\eta}A + \frac{x}{\eta}(1 - \vartheta) \\ \Delta\frac{\gamma}{\beta} = \frac{\zeta}{\eta}\Gamma + \frac{\gamma x_1}{n\gamma_1'\eta}.\delta \end{cases}$$

Bis hierher sind alle Formeln ganz streng und vollständig. Wir wollen nun weiterhin alle Grössen, welche in Beziehung auf δ von der dritten oder höherer Ordnung sind, vernachlässigen;

Digitized by Google

die der ersten und zweiten Ordnung unterscheiden wir durch den Δ oder den in Klammern gesetzten Buchstaben beigefügte Indices, setzen also z. B. $\Delta\frac{\alpha}{\beta} = \Delta_1\frac{\alpha}{\beta} + \Delta_2\frac{\alpha}{\beta}$. Die Länge des Strahls von P_0 bis Q bezeichnen wir durch L, das Stück desselben von der oberen Keilfläche bis Q durch l, dann ist

$$(11)\quad \begin{cases} \frac{\xi - x}{\alpha_0} = \frac{\eta}{\beta_0} = \frac{\zeta + \varepsilon}{\gamma_0} = L \\ \frac{\xi - x_{10}}{\alpha_0} = \frac{\eta - y_{10}}{\beta_0} = \frac{\zeta}{\gamma_0} = l \\ \frac{x_{10} - x}{\alpha_0} = \frac{y_{10}}{\beta_0} = \frac{\varepsilon}{\gamma_0} = L - l \end{cases}$$

und es ergibt sich aus (10)

$$(12)\quad \begin{cases} \Delta\frac{\alpha}{\beta} = -\frac{l}{L}\frac{w_0}{\beta_0}\delta + \left[\frac{l}{L}\frac{n^2-1}{w_0\beta_0\gamma_0}\Delta_1\gamma\,.\,\delta + \frac{w_0\gamma_0}{\alpha_0\beta_0}\Delta_1\frac{\alpha}{\gamma}\,.\,\delta + \right. \\ \qquad\qquad \left. + \frac{l\alpha_0}{2L\beta_0}\delta^2 + \frac{lw_0^2}{L\alpha_0\beta_0}\delta^2 + \frac{x_{10}}{2L\beta_0}\delta^2\right] \\ \Delta\frac{\gamma}{\beta} = \frac{l}{L}\frac{\alpha_0 w_0}{\beta_0\gamma_0}\delta + \frac{\gamma_0 x_{10}}{Lw_0\beta_0}\delta + \left[\frac{\gamma_0}{L\beta_0}\Delta_1\frac{x_1}{n\gamma_1'}\,.\,\delta - \right. \\ \qquad -\frac{l}{L}\frac{(n^2-1)\alpha_0}{w_0\beta_0\gamma_0^2}\Delta_1\gamma\,.\,\delta + \frac{x_{10}}{Lw_0\beta_0}\Delta_1\gamma\,.\,\delta + \\ \qquad \left. + \frac{lw_0}{L\beta_0}\Delta_1\frac{\alpha}{\gamma}\delta + \frac{l}{2L}\frac{w_0^2 - \alpha_0^2}{\gamma_0\beta_0}\delta^2 + \frac{3}{2}\frac{l}{L}\frac{\alpha_0^2 w_0^2}{\beta_0\gamma_0^3}\delta^2\right] \end{cases}$$

und nach (9)

$$(13)\quad \begin{aligned} B = 2\frac{\gamma_0^2 x_{10}}{Lw_0}\delta + \left[2\frac{\gamma_0^2}{L}\Delta_1\frac{x_1}{n\gamma_1'}\,.\,\delta + 2\frac{L+l}{L}w_0\gamma_0\Delta_1\frac{\alpha}{\gamma}\,.\,\delta + \right. \\ + 2\frac{x_{10}\gamma_0}{Lw_0}\Delta_1\gamma\,.\,\delta + \left(3 + \frac{l}{L}\right)\frac{l}{L}\frac{\alpha_0^2 + \gamma_0^2}{\gamma_0^2}w_0^2\delta^2 + \\ \left. + \frac{x_{10}\alpha_0}{L}\delta^2 + 2\frac{l}{L^2}x_{10}\alpha_0\delta^2 + \frac{\gamma_0^2 x_{10}^2}{L^2 w_0^2}\delta^2\right] \end{aligned}$$

worin, wie man leicht findet

Digitized by Google

$$\Delta_1 \frac{x_1}{n\gamma_1'} = (L-l)\frac{\gamma_0}{w_0}\Delta_1\frac{\alpha}{\gamma} - \frac{\gamma_0 x_{10}}{w_0^2}\Delta_1\gamma + \frac{\alpha_0 x_{10}}{w_0^2}\delta$$

$$(14)\quad \Delta_1\frac{\alpha}{\gamma} = -\frac{l}{L}\frac{(\alpha_0^2+\gamma_0^2)w_0}{\gamma_0^3}\delta - \frac{\alpha_0 x_{10}}{Lw_0\gamma_0}\cdot\delta$$

$$\Delta_1\gamma = \frac{l}{L}\frac{\alpha_0 w_0}{\gamma_0}\delta + \frac{\gamma_0 x_{10}}{Lw_0}(\alpha_0^2+\beta_0^2)\delta.$$

Damit folgt aus (8) und (9) der Ausdruck für die Wegdifferenz der Strahlen:

$$(15)\quad w_0 x_{10}\delta - \frac{L-l}{2}\frac{l}{L}\frac{\alpha_0^2+\gamma_0^2}{\gamma_0^2}w_0^2\delta^2 - \frac{L-2l}{2L}\alpha_0 x_{10}\delta^2 + \\ + \frac{(\alpha_0^2+\beta_0^2)\gamma_0^2}{2Lw_0^2}x_{10}^2\delta^2$$

Derselbe ist, wie eine Vergleichung zeigt, dem entsprechenden Marb. Sitz.ber. 1880, S. 18 Gl. (36), Wied. Ann. XIV S. 555 Gl. (7), Marb. Sitz.ber. 1882, S. 4 Gl. (2) durch $2hwD - h^2K$ bezeichneten genau gleich. Die an dem letztcitierten Ort angegebenen Coefficienten von $\mathfrak{y}_1$, $\mathfrak{z}_1$, η, ζ sind folgendermassen abzuleiten. Wir denken uns durch den Punkt Q eine Ebene senkrecht zur Geraden P_0Q gelegt und nehmen als Axen eines in ihr liegenden Coordinatensystems ihren Durchschnitt mit der Einfallsebene (PP_0Q) und eine Parallele durch Q zur obern Fläche des Blättchens. Die erste Axe, welche wir die der η' nennen wollen, hat in unserem ersten Coordinatensystem die Richtungscosinus

$$-\frac{\alpha_0\gamma_0}{\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}},\quad -\frac{\beta_0\gamma_0}{\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}},\quad \sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}$$

Die zweite Axe, die der ζ', hat die Richtungscosinus

$$\frac{\beta_0}{\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}},\quad -\frac{\alpha_0}{\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}},\quad 0$$

Bezeichnen wir daher für einen in dieser Ebene dem Punkt Q benachbart gelegenen Punkt Q' mit den Coordinaten η' ζ', die auf das erste Coordinatensystem bezüglichen Coordinaten durch $\xi+\Delta\xi$, $\eta+\Delta\eta$, $\zeta+\Delta\zeta$, so ist

Digitized by Google

$$\Delta\xi = -\frac{\alpha_0\gamma_0\eta' - \beta_0\zeta'}{\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}}, \quad \Delta\eta = -\frac{\beta_0\gamma_0\eta' + \alpha_0\zeta'}{\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}},$$
$$\Delta\zeta = \sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}\,\eta'$$

Wir erhalten aber die Wegdifferenz der von P_0 und P_i nach Q' gelangenden Strahlen, wenn wir in (15) an die Stelle von ξ, η, ζ setzen $\xi+\Delta\xi$, $\eta+\Delta\eta$, $\zeta+\Delta\zeta$. Es ergibt sich so, dass folgende Glieder zweiter Ordnung hinzukommen

$$\left(-\frac{L-l}{L}\frac{\alpha_0 w_0}{\gamma_0\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}} + \frac{\gamma_0\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}}{Lw_0}x_{10}\right)\eta'\delta +$$
$$(16) \qquad + \frac{L-l}{L}\frac{\beta_0 w_0}{\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}}\zeta'\delta.$$

Legen wir in analoger Weise eine Ebene durch P senkrecht zum ersten von da ausgehenden nach Q gelangenden Strahl, nehmen ihren Durchschnitt mit der Einfallsebene zur y'-Axe, eine darauf Senkrechte zur z'-Axe und bezeichnen die Coordinaten eines P darin benachbarten Punktes P'' durch $x+\Delta x$, Δy, $z+\Delta z$ so ist

$$\Delta x = \frac{\alpha_0\gamma_0 y' + \beta_0 z'}{\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}}, \quad \Delta y = \frac{\beta_0\gamma_0 y' - \alpha_0 z'}{\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}},$$
$$\Delta z = \sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}\,y'.$$

Die Wegdifferenz der von den Bildpunkten P_0' und P_i' von P'' nach Q gehenden Strahlen erhalten wir, wenn wir in (15) die Coordinaten von P durch die von P'' ersetzen, es treten dann als neue Glieder zweiter Ordnung hinzu

$$(17)\quad \left(\frac{l}{L}\frac{\alpha_0 w_0}{\gamma_0\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}} + \frac{\gamma_0\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}}{Lw_0}x_{10}\right)y'\delta +$$
$$+ \frac{l}{L}\frac{\beta_0 w_0}{\sqrt{\alpha_0^2+\beta_0^2}}z'\delta.$$

Die Summe der drei Ausdrücke (15) (16) und (17) gibt die Wegdifferenz der von P_0' und P_i' nach Q' gehenden Strahlen.

Ebenso wie ich hier die Glieder zweiter Ordnung entwickelt habe, kann man die der dritten finden, und erhält so die Aus

Digitized by Google

drücke, die ich in diesen Sitzungsber. 1882 S. 6—8 gegeben habe, wobei jedoch zu berücksichtigen ist, dass da der Strahl nicht durch seinen Ausgangspunkt und Endpunkt auf dem Schirm, sondern durch diesen und den Durchtrittspunkt durch die Hinterfläche der Linse bestimmt ist.

Der Ausdruck (15) giebt noch zu einer Bemerkung Anlass. Das einzige Glied erster Ordnung, welches er enthält, ist frei von L, der Entfernung des Punktes Q, wo die Strahlen wieder zusammentreffen, von dem ersten Bildpunkt P_0. Wenn wir also bei den Gliedern erster Ordnung stehen blieben, so würden längs einer jeden durch P_0 gehenden Geraden die Wegdifferenzen der interferierenden Strahlen und damit auch die Intensität constant sein, und die Interferenzflächen wären Kegelflächen mit dem Scheitel in P_0, deren Durchschnittscurven mit der oberen Fläche des Blättchens sich leicht aus der Gleichung $w_0 x_{10} = \text{Const.}$ ergeben. Fangen wir die Erscheinung auf einem Schirm auf und bewegen denselben sich selbst parallel nach dem Blättchen hin oder von ihm weg, so würde hiernach die Interferenzfigur sich selbst immer ähnlich bleiben, ihre Dimensionen der Entfernung von P_0 proportional sein. Durch das Hinzukommen der Glieder zweiter Ordnung werden diese Verhältnisse vollständig andere; die Wegunterschiede längs einer durch P_0 gehenden Geraden sind von der Entfernung (L) von diesem Punkt abhängig, entsprechend einem Ausdruck von der Form $C_1 + \frac{C_2}{L}$, worin C_1 und C_2 von L unabhängig sind, und die Interferenzcurven ändern bei einer Bewegung des Schirmes nicht nur ihre Dimensionen sondern auch ihre Gestalt.

Digitized by Google

Eingegangene Schriften:

Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. II 1886 Heft 1—3 und III 1887 1, 2 und 3. München 1886/87.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Rendiconti. Anno. 284. Vol. III fasc. 6, 7 und 8, 9—11, 12 und 13. Anno. 285 Vol. IV. fasc. 17, incl. Roma 1887.

Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft in Berlin. Nr. 4 Jahrg. 1887/88.

Leopoldina Heft XXIII Nro. 23 und 24.

Verhandl. der k. k. geologischen Reichsanstalt 1887 Nr. 16 u. 17, 18 und von 1888 Nr. 1.

v. Koenen, Zur Kenntniss der Crinoiden des Muschelkalks. Göttingen 1887.

v. Koenen, Ueber postglaciale Dislokationen. Berlin 1887.

v. Koenen, Ueber die ältesten und jüngsten Tertiärbildungen bei Cassel. 1887.

Verhandlungen des wissenschaftlichen Vereins in Santiago. 5. und 6. Heft. Valdivia 1887 und 1888.

Acta horti Petropolitani. T. X fasc. 1. St. Petersburg 1887.

Iconographie of Australian Species of Acacia by. Bar. F. von Müller. Dec. I—VIII. Melbourne 1887.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. Vol. XIII Nr. 6, 7 und 8. Vol. XIV Nr. 1. Cambridge 1887/88.

Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin. Jahrg. 1887/88. Nr. 5. 6. 7. 8—12 incl.

Kirchhoff, Bericht der Centralcommission für wissenschaftliche Landeskunde von Deutschland. Berlin 1887.

Schriften des Vereins für Geschichte und Naturgeschichte in Donaueschingen. Heft 6. 1888. Tübingen 1888.

Rohrbeck, über einen neuen Thermostaten. Berlin 1887.

Leimbach, Deutsche botanische Monatsschrift. Jahrg. VI, Nr. 1. Arnstadt 1888.

Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft. Bd. XVIII. Berlin 1888.

29. Bericht des naturwissenschaftlichen Vereins in Augsburg. 1887.

17. Jahresbericht des Vereins für Naturkunde in Linz. Linz 1887.

Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M. Bd. XV Heft I u. II. Frankfurt 1887 und 1888.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 3. März 1888.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 20. März 1888 berichtet Herr Prof. H. Strahl über eine Arbeit von Herrn Dr. F. Carius:

Über die Ausbildung des hinteren Körperendes bei cavia.

Bonnet hat in Fortsetzung seiner interessanten Untersuchungen über die Entwicklung des Schafembryo neuerdings (Anatom. Anzeig. 1888.) auch eine Darstellung von der Anlage der Aftermembran gegeben. Er schliesst sich darin in allen wesentlichen Punkten völlig den Mittheilungen von Strahl (Arch. f. Anatom. und Physiol. 1886. Anat. Abth.) über das Verhalten des gleichen Gebildes beim Kaninchenembryo an, weicht nur in einem ab, indem nemlich nach ihm nach hinten von der Aftermembran kein Primitivstreifen mehr vorhanden sein soll.

Es ist leicht möglich, dass in genannter Beziehung geringe Unterschiede in der Entwicklung zwischen Kaninchen und Schaf vorkommen; um so eher, als die Untersuchung von Meerschweinembryonen sowie die Beobachtungen von Heape bei talpa lehren, dass in der ersten Ausbildung der Aftermembran überhaupt bei den verschiedenen Säugern Abweichungen von einander festzustellen sind.

Die Abweichungen vom Kaninchen und Schaf bei cavia bestehen darin, dass die Ausbildung der eigentlichen Aftermembran auf eine relativ späte Zeit verschoben ist; sie tritt erst

Digitized by Google

ein, wenn die primitive Beckenbucht eine nicht unbedeutende Grösse erlangt hat und die Allantois aus der hinteren Darmpforte nach vorn austritt, also ihre Drehung um das hintere Körperende bereits vollendet hat.

Erst dann hat das hintere Primitivstreifenende eine Differenzierung in Hornblatt und Mesoblast erfahren, welche bis zur Aftermembran heranreicht. Vor dieser Zeit fehlt eine Grenze des Ectoblast gegen den Mesoblast in der Medianlinie nicht nur im Bereich des eigentlichen hinteren Körperendes, sondern auch über der Allantois und der Wurzel der hinteren Amnionfalte; man muss dann also sagen, es erstreckt sich der Primitivstreifen auf die hintere Amnionfalte herauf; und demgemäss liegt denn auch hier die Stelle, an der sich die Aftermembran entwickelt, nicht am hinteren Ende, sondern in der Primitivstreifensubstanz selbst, es ist sogar der Theil des Primitivstreifen hinter dieser Stelle nicht ganz unbedeutend und erhält sich als solcher ungewöhnlich lange.

Die Präparate lieferten auch noch nach anderen Richtungen hin Ergebnisse. Dieselben lehren, dass der Zusammenhang des Wolff'schen Ganges mit dem Ectoblast bei cavia noch erhalten ist zu einer Zeit, in welcher der Gang seiner ganzen Länge nach bereits hohl ist. Es liegt dann zeitweilig das hintere Ende an der Schwanzwurzel des Embryo unmittelbar neben der Aftermembran. Die untere Wand des Lumen's liegt am Hornblatt, die mediale am Entoblast der Kloake.

Auch konnte die Drehung des hinteren Endes des Ganges nach unten im Zusammenhang mit dem Hornblatt verfolgt werden.

Späterhin schiebt sich das alsdann trichterförmig erweiterte Ende des Ganges neben der Kloake nach vorn und verliert dann erst seinen Zusammenhang mit dem Hornblatt, indem es an dem Entoblast der Cloake in die Höhe wächst.

Bei dem ältesten der bis jetzt untersuchten Embryonen ist die Niere in allererster Anlage am unteren Ende des Wolff'schen Ganges vorhanden; dieser ist in seinem letzten Abschnitt wieder

Digitized by Google

enger als im vorigen Stadium und endet jetzt an der dorsalen Wand der Kloake resp. deren Uebergangstheil zur Blase. Der Darm reicht als enges Rohr über die ganze dorsale Wand der Kloake hinweg, um sich in deren letzten Abschnitt einzusenken.

Die Durchschnitte aus früheren Stadien ergeben ferner, dass die Ausbildung des Enddarmes, die bei dem Kaninchen mit der Drehung des Allantois um das hintere Leibesende zusammenfällt- hier selbständiger stattfindet. Es ist bereits ein längeres Stück desselben geschlossen, wenn die Allantois noch gerade nach hinten von dem Embryonalkörper liegt. Die Allantois selbst zeigt inmitten ihres bekannten netzförmigen Mesoblastgewebes kleine Gänge, welche nach der Pleuroperitonalhöhle ausmünden und, soweit sich bis jetzt beurtheilen lässt, durch Faltung der Oberfläche entstehen.

Ferner wurden an verschiedenen Körperstellen Anhäufungen der von Strahl an der secundären Augenblase des Kaninchens beschriebenen Zellgranula gefunden; namentlich auffällig in der Umgebung der Aftermembran und zwar in allen Keimhäuten.

Endlich würde über das Verhalten der Mitosen zu erwähnen sein, dass die erste Leberanlage eine Ausnahme von Altmann's Regel macht, indem die Mitosen hier nicht am freien Rand liegen, sondern durch die ganze epitheliale Anlage verstreut vor, kommen.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 20. März 1888 theilte Herr Prof. Strahl die Resultate weiterer

Untersuchungen über den Bau des Oesophagus[1]) und den Papillarkörper der Haut der Schnauze verschiedener Thiere

mit. Dieselben haben ergeben, dass ausser Leistensystemen des Epithels auch Zapfen im Oesophagus vorkommen, und behandeln die eigenthümliche Anordnung der beiden Systeme.

1) cf. Sitz.-Ber. Aug. 1887.

Digitized by Google

Ferner wurde über das Verhalten der Oesophagus-Drüsen berichtet. Beim Hunde sind dieselben von den untersuchten Thieren am reichlichsten. Sie ändern hier im Bereich einer Querfalte an der Pharynx-Oesophagusgrenze ihre Form sehr plötzlich, ebenso verhalten sich die Pharynx-Schleimdrüsen gegen Farbstoffe anders als die des Oesophagus.

Beim Kaninchen schwinden im gleichen Bezirk die Drüsen, oberhalb sind dieselben gemischt serös und mucös.

Die Entwicklung zu Schleimdrüsen erfolgt beim Hund in den ersten Wochen nach der Geburt.

In der Haut der Hundeschnauze lässt die Epidermis ebenfalls an ihrer unteren Fläche ein System von Leisten und ein solches von Epithelzapfen erkennen. Die Lagerung der beiden Theile zu einander wird genauer beschrieben und verglichen mit den entsprechenden Gebilden bei anderen Thieren (Maus, Meerschwein, Maulwurf, Ziege, Kaninchen).

In derselben Sitzung vom 20. März 1888 sprach Herr Professor Dr. R. Greeff über:

Land-Protozoen.

Im Jahre 1866 habe ich eine Anzahl von Amöben und anderen Rhizopoden beschrieben[1]), die in der Erde leben, namentlich an Wurzelfasern von Moosen, Gräsern, Farrn und manchen anderen Pflanzen, selbst unter und in Lebermosen und Flechten, die in dünnen Lagen an Steinen, Mauern, Bäumen, auf Felsen, Hausdächern etc. sich angesiedelt haben.

Später (1873) habe ich auch über das Vorkommen von ci-

1) Über einige in der Erde lebende Amöben und andere Rhizopoden, Archiv für mikroskop. Anatomie v. M. Schultze Bd. II, S. 209, Taf. XVII und XVIII.

Digitized by Google

liaten Infusorien in der Erde berichtet[1]), die hier im Allgemeinen an denselben Örtlichkeiten und in derselben Verbreitung leben wie jene Rhizopoden. Ich habe seitdem diese interessante kleine Thierwelt nicht aus den Augen verloren, bin ihr aber erst in den letzten Jahren wieder näher getreten, mit dem Wunsche, über einige Ergebnisse meiner damaligen Beobachtungen, namentlich die Fortpflanzung der Amoeba terricola aus dem Kerne, die Form- und Lebenserscheinungen der Amphizonella violacea etc. durch erneuerte Prüfung weiteren Aufschluss zu erlangen. Das hat mir Anlass geboten zu einem Rückblick auf meine Protozoen-Studien überhaupt und einer Zusammenstellung der seit meinen früheren Arbeiten gewonnenen Beobachtungen, an die sich dann nebst Berichtigungen und Ergänzungen manches Neue angeschlossen hat.

Zunächst gedenke ich hier in der Kürze einige Resultate meiner Studien über die Land-Protozoen, die mich vor nun beinahe fünf und zwanzig Jahren in das interessante Gebiet der Protozoen eingeführt haben, mitzutheilen, in der Hoffnung bald ausführlichere, durch Abbildungen erläuterte Darlegungen folgen lassen zu können.

I.

Land-Rhizopoden.

1. Amoeba terricola Greeff.

Die erneuerte Untersuchung richtete sich, wie schon oben bemerkt, zunächst und hauptsächlich auf die damals von mir beschriebene sehr merkwürdige Vermehrungsweise dieser Amöbe aus Theilstücken ihres grossen Nucleus, deren sichergestellte und genaue Kenntniss für den heutigen Stand unserer Protozoen- und Zellenlehre von nicht geringer Bedeutung erscheint. Ein ziemlich reiches, zum grössten Theil aus der Umgebung von Marburg stammendes Material habe ich mit Mühe- und Zeitaufwand hierauf untersucht und bin abermals wie früher, zu dem Schlusse gelangt, dass höchst wahrscheinlich die

1) Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg, 1873, Nr. 3. S. 22.

Digitized by Google

Vermehrung der Amoeba terricola aus Theilstücken des Nucleus erfolge.

Es finden sich in der Erde zwei durch ihre Kerne und auch in einigen anderen Beziehungen verschiedene Amöben, die ich aber, in Übereinstimmung mit meinen früheren Beobachtungen, beide dem Formenkreis der Amoeba terricola angehörend betrachte. Die Eine derselben, die ich in meiner ersten Abhandlung ausführlich als Amoeba terricola geschildert habe, trägt einen einfachen, grossen, ovalen Nucleus. Derselbe besteht, wie ebenfalls dort ausgeführt, aus einer ziemlich breiten, hyalinen Aussenschicht und einer dunkleren, wolkigen, im ausgebildeten Zustande deutlich granulären Innenschicht, die als unregelmässige Wandungsschicht einen hyalinen Innenraum umschliesst. An den beiden Längsenden des Nucleus ist diese Schicht in der Regel am stärksten entwickelt. In späteren Stadien treten auch in den Innenraum, von der Wandungsschicht sich lösend, eine Anzahl Granula und Ballen solcher ein, die, wie es bei stärkerer Vergrösserung den Anschein hat, durch zarte Plasmenfäden mit einander verbunden sind. Zwischen der Innen- und Aussenschicht scheint ausserdem noch eine feine Membran eingeschoben. Charakteristisch für diese einkernige Form ist namentlich die mehr oder minder intensive gelbliche oder bräunliche, von der aufgenommenen Nahrung herrührende Färbung des Innenraums, insofern man mit einiger Sicherheit darauf rechnen kann, dass diese gefärbten Individuen stets zu der einkernigen und nicht zu der gleich zu erwähnenden mehrkernigen Form gehören.

Diese andere Amöbenform trägt statt des einen grossen Nucleus viele, oft über hundert kleinere ovale oder rundliche, ungefähr 0,01—0,02 Mm. grosse Nuclei. Jeder derselben besteht aus einer von einer feinen Membran umgrenzten homogenen und hellen Grundsubstanz, in der eine verschieden grosse Anzahl (ungefähr bis zu 10) und auch unter sich verschieden grosser Nucleoli liegen, die sich leicht und intensiv färben. In den Nucleoli erkennt man bei starker Vergrösserung noch 1, 2, 3

Digitized by Google

etc. kleine Körner (Bläschen?). Häufig sieht man diese Nucleoli mitsammt ihren Körnern im Theilungsprozess begriffen und dadurch entsteht offenbar die grössere Anzahl der in einem Nucleus sich befindlichen Nucleoli. In anderen Fällen aber tragen fast alle Nuclei nur einen oder wenig grössere Nucleoli und dann sind auch die Ersteren selbst kleiner als die mit einer Anzahl von Nucleoli versehenen. Diese vielkernigen Land-Amöben unterscheiden sich, wie ich dieses auch schon in meiner früheren Abhandlung hervorgehoben habe, von den einkernigen ausserdem dadurch, dass sie selten frisch aufgenommene Nahrung enthalten und desshalb in der Regel der für die Einkernigen im Allgemeinen charakteristischen gelben und bräunlichen Färbung entbehren; sie sind vielmehr hyalin mit einem körnchenreichen Innenplasma.

Stellen diese beiden Amöben nun verschiedene Arten dar, oder gehören sie in den Formenkreis einer und derselben Art, der der Amoeba terricola?

Was mich veranlasst, Beide, die einkernige und die vielkernige Amöbe, als zwei durch die Fortpflanzung bedingte verschiedene Stadien einer und derselben Amöben-Art, der Amoeba terricola zu betrachten, sind folgende Beobachtungen und Betrachtungen:

1. Beide kommen neben einander an denselben Örtlichkeiten und unter denselben Verhältnissen vor. Zuweilen aber überwiegt an eben diesen Örtlichkeiten die eine Form oder kommt fast ausschliesslich hier vor, während die andere zu den grössten Seltenheiten gehört oder zu fehlen scheint. Es kann auch vorkommen, dass an denselben Örtlichkeiten, an denen zu gewissen Zeiten beide in grosser Menge vorkommen, sie zu anderen Zeiten fast fehlen und statt dieser grossen ein- und vielkernigen Form nur kleine und dann ausnahmslos einkernige Amöben vorkommen, wie ich sie bereits in meiner früheren Abhandlung dargestellt habe.

2. Die einkernigen Amöben kommen in allen Stadien der Grösse resp. der Entwickelung von den kleinsten

Digitized by Google

bis zu den grössten, ca. 0,35—0,40 Mm. messenden Formen vor, während die Vielkernigen ausnahmslos als die grösseren und grössten Amöben-Formen auftreten. Niemals habe ich kleine vielkernige Amöben gefunden.

3. Wenngleich, wie schon oben hervorgehoben, die vielkernigen grossen Amöben in der Regel ungefärbt erscheinen, so kann dieses doch nicht als constanter und gegen die grossen einkernigen und meistens gefärbten Formen differenzirender Art-Charakter gelten, da auch helle, ungefärbte und hierin sowie in anderen Erscheinungen mit den grösseren hellen übereinstimmende einkernige Formen von den kleinsten bis zu den grössten vorkommen. Die vielkernigen grossen Amöben sind besonders reich mit körnigem Plasma erfüllt und scheinen, meiner Ansicht nach, eben weil sie in der Fortpflanzung begriffen sind, keine Nahrung mehr aufzunehmen. Ich habe auch schon durch Isolirung und Nahrungsentziehung die gefärbten grösseren einkernigen Formen in die hellen einkernigen direkt übergehen sehen.

4. Wie man, entsprechend den verschiedenen Grössen-Verhältnissen der einkernigen Amöben eine vollständige Entwickelungsreihe von den Kleinsten bis zu Grössten beobachten kann, so auch eine jener entsprechende Entwickelungsreihe des einfachen Nucleus, wie ich dieses bereits in meiner früheren Abhandlung den Hauptstadien nach mitgetheilt habe. Das Endstadium der Entwickelung des einfachen Nucleus ist die Körnerbildung der den Innenraum umschliessenden Wandungsschicht.

5. Aber auch die Nuclei der vielkernigen Amöben zeigen bei den einzelnen Individuen verschiedene Form-Verhältnisse, die meiner Meinung nach nicht auf verschiedene Amöben-Arten zurückgeführt werden können. Bald sind diese Nuclei, wie bereits oben geschildert, verhältnissmässig gross, oval mit mehreren Nucleoli, bald kleiner mehr rundlich mit wenigen oder nur einem Nucleolus, bald endlich glänzende rundliche Körper mit einem körnigen Inhalt, einem Nucleolus und einem helleren Bläschen. Diese erfüllen dann oft den Amöbenkörper strotzend und bieten ein höchst charakteristisches Aussehen, zumal sie

Digitized by Google

als scharf conturirte dunkelglänzende Körper schon bei schwacher Vergrösserung deutlich hervortreten, während die anderen hellen Kerne in ihren Umrissen erst bei Anwendung eines guten Immersionssystemes deutlich werden. Diese dunkelglänzenden Körper halte ich für das Endstadium der Entwickelung der Nuclei der vielkernigen Amöben resp. für das Sporen-Stadium aus welchem, wie ich es schon in meiner ersten Abhandlung der Hauptsache nach ausgesprochen habe, die jungen Amöben wieder hervorgehen.

Wenn nun in der That die vielkernige, Sporen bildende Amöbe aus der einkernigen hervorgeht, so entsteht die weitere Frage, in welcher Weise diese Umwandlung vor sich geht. Nach meinen früheren Beobachtungen glaubte ich annehmen zu dürfen, dass die reifen Nucleuskörner sich ablösend in das Plasma der Amöbe eintreten und hier sich zu Sporen resp. jungen Amöben sich entwickeln. Es scheint mir indessen dieser Prozess auf einer fortgesetzten Theilung des einfachen Nucleus zu beruhen. Ich habe schon früher berichtet, dass in sehr seltenen Fällen, damals hatte ich nur einen solchen beobachtet, statt eines grossen Nucleus deren zwei in einer Amöbe vorkommen. Auch jetzt habe ich wiederum einige Amöben mit zwei grossen, unter sich und mit dem einfachen Nucleus der anderen einkernigen Amöben übereinstimmenden Nucleus aufgefunden; immerhin aber gehören diese zweikernigen Amöben zu den Seltenheiten. Auch Einschnürungen und nahezu vollzogene Theilungen des grossen Nucleus habe ich ein paarmal beobachtet. In fast allen diesen Fällen waren aber noch keine Anzeichen einer eintretenden oder sich vollziehenden Theilung der Amöbe selbst zu bemerken. Ein paarmal aber sah ich auch Amöben in der Theilung begriffen und einmal habe ich den Prozess der allmählichen und vollständigen Abschnürung einer Amöbe verfolgen können. Der Theilung der Amöbe war auch hier die Theilung des Nucleus vorausgegangen, denn während die Theilung sich vollzog, lag bereits in jeder Hälfte und weit von der Thei-

Digitized by Google

lungsebene entfernt ein wohl ausgebildeter Nucleus. Es geht also hieraus mit Sicherheit hervor, dass zuerst der Nucleus sich vollständig theilt und dann erst die Theilung der Amöbe selbst folgt. Ich muss hiernach und auch aus anderen Gründen und Erfahrungen annehmen, dass die früher von mir mitgetheilte Beobachtung, nach welcher bei einer Amöbentheilung gleichzeitig mit der Amöbe auch der Nucleus und mit ihr in einer Theilungsebene sich abschnürt, auf einer Täuschung beruht habe, die um so leichter auftreten kann, da der Nucleus oft schwer und nur bei einiger Compression der Amöbe, die natürlich den Theilungsprozess zu stören geeignet ist, beobachtet werden kann und dann zuweilen eine Verwechselung des Nucleus und anderer ähnlicher Inhaltstheile vorkommen kann. Den Theilungsprozess selbst aber habe ich damals mit aller Sicherheit beobachtete.

Bei der grossen Seltenheit des Auftretens von Theilungen der Amöba terricola muss ich annehmen, dass diese Vermehrungsart eine Ausnahme bildet, deren besondere Bedingungen sich vorläufig der Beurtheilung entziehen. Selbst die Zweitheilung des einfachen Nucleus scheint mir der Regel nach keine Einleitung zur Theilung der Amöbe, sondern zur weiteren Theilung des Nucleus selbst bis zur Produktion der vielen kleineren Kerne zu sein, aus denen dann die Sporen sich entwickeln.

Die direkte Beobachtung des Uebergangs der einkernigen Amoeba terricola in die vielkernige Form ist mir bisher trotz hierauf verwandter Mühe und Zeit nicht geglückt. Die Untersuchung kämpft hier mit grossen Schwierigkeiten, zumal es sich darum handelt, Einzel-Individuen dieser in der Erde lebenden kleinen Organismen längere Zeit isolirt zu beobachten und in einem Medium und unter sonstigen äusseren Verhältnissen, die vielleicht den natürlichen Lebens- und Entwickelungsbedingungen nicht oder nur unvollkommen entsprechen. Es hat desshalb der Zweifel, ob es sich bei diesen beiden Amöbenformen, der einkernigen und vielkernigen, nicht doch um zwei verschiedene Arten handelt, vorläufig

Digitized by Google

noch Berechtigung[1]). Hoffentlich gelingt bald die richtige Erkenntniss. Einer Beobachtung aber, die mir von Bedeutung für den genetischen Zusammenhang resp. die Art-Identität der beiden Amöben zu sein scheint, will ich noch gedenken. In der Regel schliessen sich der einfache grosse Kern und die vielen kleineren Kerne in einer und derselben Amöbe aus, so dass man im Allgemeinen mit Sicherheit darauf rechnen kann, dass, wo der einfache Kern sich findet, die anderen fehlen und umgekehrt. Einmal aber fand ich, und nur in diesem einzigen Falle, in einer Amöbe einen grossen einfachen und eine Anzahl kleinerer Kerne, übereinstimmend mit den Kernen der vielkernigen Amöbe. Ich glaube diesen Fall so deuten zu dürfen, dass aus dem ursprünglichen einfachen Kern durch Halbirung zwei entstanden sind, dass aber nur an der einen Hälfte eine Weitertheilung sich vollzogen hat, während die andere aus unbekannten Gründen auf diesem ersten Theilungsstadium verharrte.

Die weitere erneuerte Prüfung der Amoeba terricola richtete sich auf die schon früher untersuchte Frage, ob dieselbe von einer Membran umgeben sei oder nicht. Die Entscheidung hierüber ist schwierig und ich bin meinerseits wiederum im Wesentlichen zu demselben Resultat gelangt wie früher, dass nämlich an den abgestorbenen und mit Reagentien behandelten und namentlich grösseren Amöben mit voller Deutlichkeit eine äussere von dem Inhalt verschiedene und von ihm oft völlig abgelöste Grenzschicht resp. Membran sich nachweisen lässt, dass man aber an den lebenden und sich bewegenden dieselbe nicht mit Bestimmtheit erkennen kann.

---

1) In ähnlicher Lage befinden wir uns vielleicht der unter so verschiedenen Form- namentlich Kern-Verhältnissen beschriebenen Amoeba princeps (Amoeba proteus) des Wassers gegenüber. Dieselbe ist bald als einkernig bald als vielkernig beschrieben worden und ich selbst habe früher schon die Vermuthung ausgesprochen, dass die eine aus der anderen hervorgehe resp. die vielen kleinen Kerne aus den Keimkernen des grossen Nucleus entstehen.

Digitized by Google

2. Amphizonella violacea Greeff.

Was diesen, damals von mir entdeckten merkwürdigen Rhizopoden betrifft, so hatte ich stets Zweifel über die Art und Weise des Hervortretens der Pseudopodien und der Aufnahme der Nahrung in das Innere des Plasma-Körpers. Derselbe steckt nämlich in einer zarten hyalinen, oft aber ziemlich dicken, ja, wie wir gleich sehen werden, in einer zweifachen Schale von organischer, vielleicht chitinartiger Substanz. Ich hatte nach meinen früheren Beobachtungen geglaubt, dass diese Schale den Körper allseitig einschliesse und dass die nach aussen hervortretenden fingerförmigen Pseudopodien dieselbe jedesmal durchbrechen und auch durch denselben Vorgang die Nahrung in das Innere aufgenommen werde.

In der neueren Zeit ist die Amphizonella von Prof. Nüsslin in Carlsruhe in einem kleinen Gebirgssee im badischen Schwarzwalde (Herrenwiesersee) aufgefunden und genau untersucht worden[1]). Nüsslin kommt zu dem Schlusse, dass sein Rhizopode generisch verschieden sei von meiner Amphizonella und hat ihm den Namen Zonomyxa violacea gegeben. Ich muss aber meinerseits nach neuer Prüfnng glauben, dass die von Nüsslin angegebenen Verschiedenheiten zwischen Amphizonella violacea und Zonomyxa violacea in Wirklichkeit nicht der Art sind, dass sie eine generische Verschiedenheit der beiden Formen begründen könnten. Die meisten der von Nüsslin für Zonomyxa violacea angeführten differenzirenden Charaktere lassen sich bei genauerer Untersuchung auch bei Amphizonella violacea der Erde nachweisen. Der wesentlichste Unterschied zwischen beiden Formen beruht meiner Meinung nach in dem verschiedenen Auftreten und der verschiedenen Form der Kerne, obgleich auch hierin unter Umständen eine Annäherung stattfindet. Immerhin mag

1) O. Nüsslin, Über einige neue Urthiere aus dem Herrenwiesersee im badischen Schwarzwalde; Zeitschr. f. wiss. Zoologie Jahrg. 1884, Bd. 40 S. 697 ff. Taf XXXV.

Digitized by Google

desshalb der Rhizopode Nüsslin's eine besondere Species der Gattung Amphizonella darstellen, für welche in diesem Falle, nach seinem Vorschlage, passend der Name aquatica oder lacustris eintreten könnte.

Auch Nüsslin nimmt an, dass sein Rhizopode in Übereinstimmung mit Amphizonella von einer zarten chitinartigen Schale allseitig umschlossen sei. Rücksichtlich der Pseudopodien-Entfaltung weicht er aber insofern von mir ab, als er der Ansicht ist, dass die Schale durch die Pseudopodien nicht durchbrochen, sondern nur stark gedehnt, verdünnt und so durch sie nach aussen getrieben würde. Dadurch ist aber noch nicht die Aufnahme der im Inneren oft sehr reichlich angehäuften Nahrung erklärt. Zudem konnte ich auch jetzt wieder beobachten, dass die nach aussen tretenden Pseudopodien von keiner noch so dünnen Schale oder Membran umgeben sind, sondern hyaline und membranlose Plasma-Fortsätze darstellen.

Bei meiner abermaligen genauen Untersuchung habe ich nun eine sehr einfache Lösung dieses Problems gefunden. Die Schale der Amphizonella besitzt nämlich eine constante Oeffnung, durch welche die Pseudopodien nach aussen hervorgestreckt und auch die Nahrungstheile etc. in den Plasma-Körper eingeführt werden. Dieselbe ist freilich nicht leicht zu sehen, zumal sie durch die zarte dehnbare, den Bewegungen des Plasma's folgende Schale einem fortwährenden Gestaltswechsel unterworfen ist, meistens als ausgebuchteter oft über einen Theil der Schale sich mehrfach verzweigender Spalt auftretend, zuweilen auch als mehr oder minder rundliche oder gefaltete Öffnung.

Sodann habe ich feststellen können, dass die grösseren, anscheinend ausgewachsenen und dunkelviolet gefärbten Individuen der Amphizonella mit einer doppelten Hülle umgeben sind, nämlich mit einer äusseren hyalinen und meistens breiten und einer unter dieser sich befindlichen dünnen Schale. Die letztere entsteht zuerst und ist oft die einzige, namentlich bei allen kleineren resp. jüngeren und dann meistens farblosen Exemplaren.

Digitized by Google

Was das für die grösseren Formen charakteristische violette Pigment betrifft, so tritt dasselbe meistens in Gestalt feiner und feinster, zuweilen etwas grösserer Kügelchen auf, die, wie Nüsslin richtig hervorhebt, sich als Bläschen oder Vacuolen im Plasma, das gelöste Pigment enthaltend, darstellen. Die sehr kleinen Amphizonellen enthalten noch kein Pigment, sondern sind ganz hell, erst allmählich tritt dasselbe beim weiteren Wachsthum auf, anfangs mit einem hellbläulichen Schein.

Neben dem violetten Pigment hatte ich früher auch über ein gelbes Pigment der Amphizonella violacea berichtet. Ich habe dasselbe auch jetzt wieder häufig gesehen und feststellen können, dass dasselbe nicht dem Plasmakörper, sondern der Schale und zwar der eben erwähnten inneren dünnen Schale angehört und namentlich wie auch schon früher mitgetheilt häufig bei Theilungen oder Conjugationszuständen auftritt und gerade an den Stellen und Flächen, an welchen diese Prozesse sich vollziehen. Zuweilen sieht man die Schalen in gefalteten Fetzen oder ganz sich ablösen, dem Vorgang einer Häutung ähnlich.

Dass bei Amphizonella violacea ausser der Vermehrung durch Theilung, die ich häufig beobachtete, auch eine solche durch innere Keime wie bei Amoeba terricola vorkommt, ist mir im Anschluss an meine früheren Beobachtungen zweifellos. Bei genauerer Prüfung findet man alle Stadien der Grösse resp. Entwickelung von ungefähr 0,03 bis 0,15 Mm. Durchmesser, die nicht durch einfache Theilung entstanden sein können. Die kleinsten sind völlig hyalin aber schon mit einer zarten Schale umgeben, die an einer Stelle eine spaltförmige Öffnung zeigt. In dem körnigen Plasma liegen einige contractile Vacuolen und ein kleiner runder einfacher Nucleus, der sich von dem Plasma nur durch seine Umgrenzung und das stärkere Lichtbrechungsvermögen auszeichnet. Von hier aus erfolgt eine allmähliche Grössenzunahme und mit ihr Entwickelung des Pigmentes, Vermehrung der Vacuolen, Wachsthum und Differenzirung des Nucleus und Ausscheidung der zweiten hyalinen und breiten Hüllschicht. In den kleinsten und den grössten Amphizonellen gewahrt man

Digitized by Google

in der Regel nur einen Nucleus und hierin liegt, wie schon oben bemerkt, ein wesentlicher Unterschied zwischen Amphizonella und der Nüsslin'schen Zonomyxa. Dieser Nucleus stimmt im ausgebildeten Stadium, abgesehen von der äusseren Form, die bei Amphizonella mehr oder minder kugelig ist, mit dem Nucleus der Amoeba terricola im Allgemeinen überein; auf eine hyaline äussere Schicht folgt eine zweite aus verhältnissmässig grossen Körnern bestehende Lage, die den Innenraum als eine in der Dicke ungleiche Wand umschliesst. Von diesem letzteren lösen sich auch wohl Körner ab und treten in den oft von Plasma-Fäden durchkreuzten Innenraum.

Ausser diesem grossen einfachen Nucleus erscheint aber zuweilen auch noch eine grössere Anzahl kleiner, sehr zarter und hinfälliger Kerne im Plasma der Amphizonella, entweder zu gleicher Zeit mit dem grosseu Nucleus oder ohne, dass ein solcher zu erkennen ist, und in diesem Falle würde die Amphizonella der Nüsslin'schen Zonomyxa noch näher treten. Vielleicht sind diese verschiedenen Kern-Verhältnisse der Amphizonella im Anschluss an Amoeba terricola mit der Fortpflanzung durch Keimkerne in Verbindung zu bringen. Ich hoffe auch hierüber in einer demnächstigen ausführlicheren Darstellung weiteren Aufschluss geben zu können. Ebenso muss ich dieser alle anderen Einzelheiten der Form- und Lebenserscheinungen, sowohl des in Rede stehenden als der anderen, hier nur in Rücksicht auf die wesentlichsten Ergebnisse der erneuerten Untersuchung betrachteten Rhizopoden vorbehalten.

Die in meiner ersten Abhandlung als besondere Art aufgeführte Amphizonella digitata glaube ich nun als zum Formenkreis der A.violacea gehörig betrachten zu müssen. Sie stellt höchst wahrscheinlich eine farblose Jugendform der A. violacea dar.

Digitized by Google

3. Pseudochlamys Patella (Clap. et Lachm.).
Amphizonella flava Greeff (Arch. f. mikr. An. II S. 326 7. 13 F. 19.)

In meiner ersten Abhandlung über die Land-Rhizopoden habe ich einen, damals einigemale in der Erde aufgefundenen, aber seinen Form- und Lebenserscheinungen nach, mir in gewissen Beziehungen zweifelhaft gebliebenen monothalamen Rhizopoden vorläufig der Gattung Amphizonella als A. flava angeschlossen[1].

R. Hertwig und Lesser haben zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die A. flava wohl identisch mit Pseudochlamys Patella sein möchte[2]. In der That kann, wie ich mich längst und auch neuerdings wieder überzeugt habe, über die Zugehörigkeit der Amphizonella flava zur Gattung Pseudochlamys nicht der geringste Zweifel bestehen. Es fragt sich nur ob die Pseudochlamys der Erde auch specifisch mit Pseudochlamays Patella des Süsswassers übereinstimmt. Trotz einiger Differenzen, von denen einige unten erwähnt werden sollen, glaube ich vorläufig doch die Art-Identität beider Formen annehmen zu dürfen. Der Nucleus der Pseudochlamys Patella der Erde zeigt im ausgebildeten Zustande ähnliche Verhältnisse wie der von Amoeba terricola und Amphizonella violacea. Die diesen zukommende äussere Hyalinschicht scheint hier zu fehlen und statt dessen nur eine einfache Membran den Nucleus zu umschliessen. Unter dieser finden wir wieder eine aus Körnern zusammengesetzte periphere Wandschicht, die den hyalinen Innenraum, in den aber auch wiederum Körner eintreten können, umschliesst. Die jüngeren Kerne aber sind einfacher gestaltet und bestehen aus einer hyalinen Aussenschicht, die einen dunkleren aber homogenen Innenkörper (Nucleus) umschliesst.

Pseudochlamys Patella der Erde scheint von zwei ineinandergeschachtelten Schalen, die an der Rückenseite mit einander verwachsen sind, umgeben zu sein, einer äusseren farblosen und ungemein zarten und einer darunter lie-

1) Ueber einige in der Erde lebende Amöben etc., Arch. f. m. Anat. Bd. II, S. 329.

2) R. Hertwig und E. Lesser, Ueber Rhizopoden und denselben nahestehende Organismen. Arch. f. mikr. Anat. X. Supplement. 1874. S. 100.

Digitized by Google

genden stärkeren und braun oder gelb gefärbten Schale, die den Thierkörper umgiebt. Die äussere Schale umschliesst die innere oft wie ein weiter, gefalteter Sack. Je weiter von der Schalenöffnung entfernt, also je mehr nach dem Rücken, desto stärker ist die Innenschale und desto tiefer gefärbt. Sie zeigt, wie auch R. Hertwig und Lesser, sowie E. Schulze in ihren vorzüglichen Beschreibungen der Pseudochlamys Patella des Süsswassers angeben, sehr häufig eine chagrinartige Sculptur auf ihrer Oberfläche, ähnlich derjenigen der Arcella-Schale. Auf optischen Durchschnitten, wie sie bei gewissen Lagerungen und den vielfachen Faltungen der weiten Schale sich bieten, zeigte diese Innenschale eine feine und regelmässige radiäre Streifung, als ob sie von feinen Stäbchen zusammengesetzt sei. Die Pseudopodien sind im Allgemeinen fingerförmig gestaltet, ähnlich denen der Arcellen und Difflugien, treten aber, wie ebenfalls die oben angeführten früheren Beobachter erkannten, nur selten und spärlich aus der Schalenöffnung hervor, so dass man oft lange auf ihr Erscheinen warten muss. Am leichtesten sieht man die Pseudopodienbewegung und auch am lebhaftesten entfaltet an den kleineren resp. jüngeren Exemplaren. Nichts desto weniger findet bei allen auch ohne sichtbare äussere Pseudopodien-Entwicklung eine, wenn auch träge, Fortbewegung statt, und zwar, wie mir scheint, durch die Bewegungen des durch feine Fäden an die Innenwand der Schale sich anheftenden Plasma-Körpers selbst. Die zarte und biegsame, nach allen Richtungen faltbare Schale folgt den Bewegungen ihres Trägers mit Leichtigkeit. E. Schulze beobachtete ebenfalls diese Verbindung des Rhizopoden-Körpers mit seiner Schale und vergleicht die Plasmafäden sehr treffend mit Muskeln, mit welchen das Thier die Randtheile seiner Schale regieren kann.

Contractile Blasen sind stets zu mehreren und hauptsächlich in den grösseren der Schalenöffnung zu gelegenen Theilen des Plasma-Körpers vorhanden.

Statt des einfachen grösseren, oben erwähnten Kernes finden sich auch hier zuweilen viele kleinere Kerne, bei den ver-

Digitized by Google

schiedenen Thieren in verschiedenen Stadien der Grösse und Ausbildung bis zu hartschaligen, granulären, sporenartigen Körpern, die dann oft den Innenraum dicht erfüllen, während von dem einfachen grossen Kerne nichts mehr zu erkennen ist. Es liegt wiederum nahe, die Körper für im Inneren entstandene Keime resp. Sporen des Kernes der Pseudochlamys anzusehen.

4. Pseudochlamys aculeata, nov. spec.

Neben der Pseudochlamys Patella fand ich im Moose und an den Wurzelfasern anderer Pflanzen von der Mauer des hiesigen Schlossberges häufig eine andere Art, die im Allgemeinen in ihren Form- und Lebenserscheinungen mit der Ersteren übereinstimmt, sich aber im Besonderen durch den Besitz eines Stachelkranzes von ihr unterscheidet. Derselbe umzieht in einem weiten Kreise die Rückenseite der Schale und besteht aus kräftigen und grossen, mit ziemlich breiter Basis sich erhebenden und nach aussen sich zuspitzenden Chitinstacheln. In der Regel sind die Stacheln einfach, zuweilen aber auch gabelförmig in zwei Spitzen auslaufend. Der Kranz besteht gewöhnlich aus 8, 9 oder 10 Stacheln, ich zählte aber auch eine grössere Anzahl bis zu 15. Auch bei dieser Art traf ich auf sporenartige Keime. Im Innern der geschlossenen Schale eines, wie es schien im Uebrigen abgestorbenen Rhizopoden, lag eine grosse, fast den Innenraum, resp. den des eigentlichen Plasmakörpers einnehmende Cyste, die ganz dicht mit runden, dunkeln sporenartigen Körpern erfüllt war.

5. Diplochlamys Leidyi, nov. gen. et nov. spec.

Nicht allzu häufig fand ich in der Erde unter Moosen, Farrn und Sedum-Arten, an und auf einer nach Süden gelegenen Mauer des Marburger Schlossberges den merkwürdigen monothalamen Rhizopoden, für den ich den obigen Genus-Namen wähle, weil er, hierin mit Pseudochlamys verwandt, mit einer doppelten Schale versehen ist, und den Species-Namen mit dem Wunsche, dem ausgezeichneten Erforscher der Süsswasser-Rhi-

Digitized by Google

zopoden-Fauna Nordamerika's hierdurch ein Zeichen meiner Verehrung zu bieten.

Bei den ersten Begegnungen wird man unseren Rhizopoden, namentlich bei der Rückenansicht der Schale, kaum als einen solchen erkennen, sondern ihn für einen aus kleinen Sand- oder Erdkörnern zusammengeballten Körper halten. Erst wenn er die von einer völlig hyalinen Zone umgebene Schalenöffnung, also die Bauchseite derselben, dem Beschauer zuwendet, wird man auf das Objekt als etwas Aussergewöhnliches, aufmerksam.

Die Schale der Diplochlamys Leidyi besteht aus zwei, scheinbar wiederum in einandergeschachtelten und am Rücken verwachsenen Theilen. Der äussere und Rückentheil stellt einen halbkugeligen oder noch tieferen Becher dar, ist weich und nachgiebig und rundum mit anklebenden oder, wie es scheint, miteinander verwebten Fremdkörpern, namentlich Erd- und Sandkörnern, dicht bedeckt, so dass er völlig undurchscheinend ist. Aus der weiten runden Öffnung dieses Bechers, ihn zur Kugelform ergänzend, erhebt sich nun eine zweite, ebenfalls mehr oder minder halbkugelige, völlig hyaline und äusserst zarte Schale, die auf ihrem Scheitel eine meist kleine und gebuchtete, aber an Umfang und Gestalt wechselnde Öffnung zum Austritt der Pseudopodien etc. umschliesst, von der aus in radiärer Richtung über den Umfang der Schale zahlreiche, unregelmässige und beständig wechselnde Falten ziehen, als Ausdruck der Bewegungen des eingeschlossenen und mit der Schale verbundenen Rhizopoden.

Die Pseudopodien sind, ähnlich wie bei Pseudochlamys, Arcella etc. mehr oder minder fingerförmig, zuweilen auch sich gabelnd, treten aber, wie bei der Ersteren, verhältnissmässig selten nach aussen hervor, während doch und zwar durch die inneren Bewegungen des Plasmakörpers, denen die weiche, faltbare Schale folgt, Form- und Ortsveränderungen bemerkbar sind.

Stets erkennt man im Inneren eine grössere Anzahl contractiler Räume, vornehmlich in dem hyalinen, der Schalenöffnung zu gelegenen Theil des Plasmakörpers. Die Räume ziehen

Digitized by Google

sich langsam zusammen und tauchen langsam wieder auf, aus kleineren zusammenfliessenden Bläschen allmählich entstehend und wachsend, ähnlich der bei Amoeba terricola zuerst von mir beobachteten Erscheinung.

Die Diplochlamys Leidyi gehört zu den vielkernigen Rhizopoden, in den grösseren Exemplaren zählte ich bis zu 20, in anderen 10, 11, 12 etc., während ich in den kleinsten nur einen einzigen Kern auffinden konnte. Die Kerne der vielkernigen und grösseren Exemplare sind verhältnissmässig grosss und von einer sehr merkwürdigen Constitution, wie sie auch bei anderen Rhizopoden vorkommt, und wie sie zuerst, so viel mir bekannt, von Gruber in Süsswasser-Amöben beobachtet und genauer beschrieben sind. Der Kern ist umschlossen von einer Membran, auf diese folgt eine schmale, hyaline Kernsaft-Zone, hierauf ein fast regelmässiger Kranz von dunkelglänzenden Körnern, dann wieder eine hyaline Zone, die nun einen centralen verhältnissmässig grossen und runden Nucleolus, der bei starker Vergrösserung im Inneren ein oder zwei kleine Bläschen erkennen lässt, umschliesst. Uebrigens wechselt das Aussehen der Kerne, namentlich sind die in den kleineren und jüngeren Exemplaren sich findenden, einfacher gestaltet.

6. Arcella arenaria, Greeff. (Arcella vulgaris).

Unter diesem Namen habe ich in meiner ersten Abhandlung eine in der Erde lebende Arcella beschrieben, deren Schale mir nach meinen damaligen Beobachtungen auf der äusseren Oberfläche völlig glatt, nicht chagrinirt und tief braun gefärbt erschien. Ich habe die Arcellen seitdem als unter Moosen Flechten etc. sehr häufig vorkommende Rhizopoden kennen gelernt und mich überzeugt, dass weder die glatte Schale, noch die tiefbraune Färbung derselben einen constanten Charakter bildet. Die Schale ist bald deutlich sculpturirt wie bei den Süsswasser-Arcellen, bald scheint sie glatt zu sein, auch die Farbe wechselt vom Hellgelben bis zum tiefen Braun. Die Schale ist

Digitized by Google

ihrer Form nach im Allgemeinen, wie ich auch damals schon angegeben habe, ziemlich flach, die Öffnung derselben kreisrund aber meistens eng, wie mir scheint, merklich enger, als im Allgemeinen bei den Süsswasserformen, indessen sind auch diese Unterschiede keinenfalls constant und ohne besondere Bedeutung. Ebensowenig habe ich rücksichtlich der meist sehr reichen und lebhaften Pseudopodien-Entfaltung und der contractilen Vacuolen und Kerne des Rhizopodenkörpers bisher wesentliche Unterschiede gegen Arcella vulgaris des Süsswassers erkennen können, so dass vorläufig fast nur die Differenz des Vorkommens und der Lebensweise übrig bleibt.

7. Difflugia globulosa, Duj.

Nicht minder häufig als Arcellen kommen Difflugien in der Erde vor mit einer gewöhnlich kleinen, bauchig-, becher- oder topf- bis schüsselförmigen Schale, mit weiter kreisförmiger, centraler Mündung, die sich in ihren, in gewissen Grenzen zwischen mehr gestreckten und verkürzten Formen wechselnd, am meisten der zuerst von Dujardin beschriebenen Difflugia globulosa nähert. Die Farbe ist meistens grau wie die gewöhnliche der Difflugien, häufig aber auch lebhaft braun oder rothbraun und zwar nicht durch Färbung des Rhizopodenkörpers, sondern der Schale, da selbst die leeren Schalen gefärbt erscheinen. Namentlich sind die Grenzen resp. Nähte zwischen den Sandstückchen etc. lebhaft braun; wahrscheinlich ist desshalb, dass die durchscheinende Chitinschale, die die Sandstückchen trägt, bräunlich gefärbt ist.

8. Difflugia arcula, Leidy.

Ebenfalls nicht selten fand ich in der Erde eine Difflugie, die sich der unter obigem Namen von Leidy charakterisirten Art anschliesst. Das Gehäuse ist meist gelblich oder bräunlich gefärbt, mehr oder minder kreisförmig, ziemlich niedrig mit centraler Öffnung, so dass dasselbe in seiner äusseren Form sich der der Arcella-Schale nähert. Die Öffnung aber ist, wie es scheint, stets dreilappig oder dreieckig mit mehr oder

Digitized by Google

minder gerundeten Ecken und eingebuchteten Seiten. Dieser dreieckige Peristomrand ist dann häufig noch von einer hellen Chitinleiste umsäumt.

9. Difflugia constricta, Ehrenberg.

Eine andere, ebenfalls häufige und mit der vorigen zusammen auftretende Difflugie der Erde nähert sich in ihrer Schalenform derjenigen der Difflugia constricta des Süsswassers. Die Peristom-Mündung der Schale liegt in der Regel nicht central an dem Vorderende, sondern an dem Übergang der Vorder- zur Unterseite oder schon an dieser, und zeigt dann häufig umgeschlagene Lippenränder, namentlich eine gewulstete und mit grösseren Sandstückchen besetzte und dadurch vorspringende Vorderlippe. Die Schale ist meist mehr gestreckt als bei Difffugia globulosa und insbesondere der hinter dem Peristom gelegene Theil enger als der Grund der Schale, ersterer zuweilen mehr oder minder eingeschnürt. Doch ist die Form der Schale und Lage der Mündung auch dieser Difflugie vielfachem Wechsel unterworfen.

10. Difflugia pyriformis, Perty., var. compressa, Carter.

Seltener fand ich gestrecktere Difflugien, deren Schale eine birnförmige oder ovale Form mit einer vorderen centralen Öffnung zeigt, wie sie im Allgemeinen dem Formenkreis der Difflugia pyriformis angehören und unter diesen am meisten die als D. compressa beschriebene Varietät.

11. Centropyxis ecornis, Leidy.

Mit den Vorigen zusammen, aber, wie es scheint, seltener, finden sich auch solche Formen, die sich der Gattung Centropyxis anschliessen. Was bei Difflugia constricta gewissermassen in der Entwickelung, im Uebergang begriffen schien, nämlich die excentrische Lage der Schalenöffnung, ist bei Centropyxis vollzogen und bildet hier einen wesentlichen Charakter, indem diese Öffnung ganz auf die untere Fläche der vorderen

Digitized by Google

Hälfte der Schale gerückt ist. Die Schale ist ausserdem meistens nicht Difflugien- sondern Arcellen-ähnlich, also von einem mehr oder minder kreisförmigen Umfang und von geringer Tiefe. Aber während bei Arcella das Peristom der Schale central an der unteren Seite liegt und die Oberfläche derselben glatt ist, liegt das erstere, wie schon hervorgehoben, excentrisch. Die von mir beobachteten Formen waren ohne Stacheln auf der Schalenoberfläche und ich schliesse sie desshalb vorläufig der stachellosen, vielleicht nur eine Varietät der Centropysis aculeata darstellenden, C. ecornis Leidy's an. Die Farbe der Schale ist meistens bräunlich oder gelblich.

12. Nebela collaris, Leidy.

In Moosrasen mitten aus einem Walde vor dem Gipfel des ungefähr zwei Stunden von Marburg entlegenen *Frauenberges* fand ich neben einer Fülle von anderen Protozoen und insbesondere Rhizopoden, auch sehr zahlreich Vertreter der Leidy'schen Gattung Nebela, die mir zwar schon vor längerer Zeit im Süsswasser begegnet waren, die ich aber bisher vergeblich in der Erde gesucht hatte. Das von zwei Seiten mehr oder minder stark comprimirte Gehäuse dieser Gattung ist im Allgemeinen flaschen- oder birnförmig und trägt auf seiner Oberfläche eine eigenthümliche Sculptur von meistens ovalen oder kreisförmigen Plättchen von verschiedener Grösse und unregelmässiger Lagerung, häufig mit Stäbchen oder anderen Gebilden vermischt. Doch besteht in Rücksicht auf Form und Lagerung der Plättchen und Vorherrschen der einen oder andern Sorte etc., sogar innerhalb eines Art-Kreises, eine grosse Mannigfaltigkeit, der Leidy in seinem ausgezeichneten Werke über die Süsswasser-Rhizopoden Nord-Amerikas durch Beschreibung und Abbildung vielseitigen Ausdruck gegeben hat.

Das Gehäuse der in dem *Frauenberger* Moose am häufigsten auftretenden Form zeigt auf den Breitseiten einen bauchig-birnförmigen oder ampullenförmigen Umriss, dessen Längsdurchmesser den Querdurchmesser nur wenig (etwa um $^1/_4$—$^1/_3$) über-

Digitized by Google

trifft. Auf der Schmalseite indessen ist die Gestalt des Gehäuses länglich-oval oder flaschen-förmig und der Längsdurchmesser übertrifft den Querdurchmesser um ein mehrfaches. Das Peristom ist kreisrund oder etwas oval. Die Sculptur der Aussenfläche der Schale wird in der Regel aus dreierlei Elementen zusammengesetzt, nämlich aus ovalen und kreisförmigen Platten und feinen Stäbchen, von denen die ovalen grösseren Platten jedenfalls bei allen, im Uebrigen noch so sehr wechselnden Form-Verhältnissen, den Vorrang behaupten. Die Platten, sowie die Stäbchen sind vollkommen hyalin und homogen. Entweder finden sich vorwiegend, und dieses scheint am häufigsten der Fall zu sein, ovale grössere, mit dazwischen gelagerten kleinen kreisförmigen oder kleinen, ebenfalls ovalen Platten und einzelnen Stäbchen, die aber auch fehlen können, oder fast nur ovale grössere Platten oder endlich nur kleinere kreisförmige oder ovale Plättchen. Doch tritt bald hier bald dort wieder eine Mischung dieser Elemente auf, so dass hierdurch, wie schon oben bemerkt, eine grosse Mannigfaltigkeit der Skulptur erzeugt wird. Schale und Plättchen sind chitinartig und erinnern an die Bekleidung gewisser Difflugienschalen, namentlich an die der Difflugia spiralis, die ebenfalls oft statt mit Sandstückchen mit hellen stäbchenförmigen, gebogenen, zuweilen wurmförmig gekrümmten Plättchen bedeckt sind, die wohl keinenfalls, wie die sonstigen Auflagerungen der Difflugienschalen, Fremdkörper darstellen können, sondern aller Wahrscheinlichkeit nach von dem Thiere selbst gebildet sind.

Bemerken will ich noch, dass die Schale der Frauenberger Nebela zwar vollkommen durchscheinend ist, aber meist einen Hauch hellbrauner oder gelber Färbung besitzt, während die Schalen der Süsswasser-Nebela-Arten von Leidy als hyalin und farblos angegeben werden, was ich an den wenigen, früher aus dem Rhein bei Bonn von mir beobachteten Formen ebenfalls fand.

Der Plasmakörper ist grob-granulär und mehr oder minder dunkel, namentlich bei aufgenommener Nahrung. Er enthält im

Digitized by Google

Grunde einen verhältnissmässig grossen runden Nucleus mit einem einfachen oder doppelten Nucleolus, oder ist noch häufiger mit einer grösseren Anzahl stark chromatischer Nucleolen (Sporen?) angefüllt. Mit Sicherheit glaube ich ein paarmal Theilungsformen dieser Nucleolen gesehen zu haben. Auch fand ich zuweilen statt eines Nucleus deren zwei, jeden mit einem oder mehreren Nucleolen.

Sehr eigenthümlich ist das Spiel der Pseudopodien. Das hyaline Plasma quillt wellenförmig aus der Mündung hervor, dieselbe umfliessend und dann in fingerförmigen Pseudopodien sich ausstreckend. Zuweilen ist auch hier der ganze Plasmakörper mitsammt dem Nucleus, der aufgenommenen Nahrung etc. inmitten des Gehäuses kugelig zusammengezogen und von einer dicken, ebenfalls kugeligen und dicht anliegenden Cyste umgeben, zugleicherzeit dann auch in der Regel die Schalenmündung mit einem, aus zusammengeklebten Fremdkörpern bestehenden, Deckel verschlossen, ohne Zweifel eine Schutzmassregel gegen Austrocknung etc. Neben diesen Formen, die wohl vorläufig der Leidy'schen Nebela collaris anzuschliessen sind, kommen in dem Frauenberger Moose weniger häufig kleinere Nebela-Gestalten vor mit mehr gestrecktem, birnförmigem Gehäuse und mehr oder minder tiefen Peristom-Einschnitten an den Schmalseiten der Schale. Dieselben sind in der Regel dann mit kleinen, zuweilen schwer erkennbaren Plättchen bedeckt, wie solche Formen auch von Leidy beschrieben und abgebildet sind. Ob dieselben als besondere Art oder nur als Varietäten der Nebela collaris zu betrachten sind, müssen weitere Prüfungen lehren.

Auch die von Leidy als Nebela flabellulum charakterisirte Form, dessen Gehäuse auf der Breitseite Ampullen- oder fast kreisförmig mit mehr oder minder gleichem Längs- und Querdurchmesser, auf der Schmalseite, wegen der seitlichen Compression, länglich-oval erscheint, traf ich einigemale zusammen mit den vorigen. Dieselbe scheint mir ebenfalls nur eine Varietät der N. collaris zu sein.

Digitized by Google

13. Hyalosphenia elegans, Leidy.

In den oben erwähnten Moosrasen des Frauenberger Waldes fand ich auch, aber verhältnissmässig selten, Monothalmien der Stein'schen Gattung Hyalosphenia mit einem birnförmigen, völlig hyalinen und strukturlosen Gehäuse. Eine derselben glaube ich vorläufig der bisher bloss aus Nord-Amerika durch Leidy bekannt gewordenen Hyalosphenia elegans anschliessen zu dürfen. Das im Allgemeinen mehr oder minder gestreckt birnförmige Gehäuse ist wiederum von zwei Seiten ziemlich stark comprimirt und bietet hierdurch und durch die eigenthümliche Gestaltung des Peristoms, je nachdem es dem Beschauer eine Breit- oder Schmalseite zuwendet, ein sehr verschiedenes Aussehen. Bei Betrachtung in der ersteren Lage erscheint es birnförmig mit mehr oder minder bauchigem Grunde und engerem, etwas geschweiftem Halse. Die ziemlich dicken Peristomränder sind in dieser Lage nach vorne convex ausgebogen und beiderseits etwas umgeschlagen. Auf den Schmalseiten betrachtet, zeigt das Gehäuse eine sehr gestreckt-ovale Gestalt mit langem, flaschenförmigem Halse und an dem zugewendeten Peristom einen buchtartigen Einschnitt.

Das Gehäuse, wenngleich völlig hyalin und homogen, trägt aber ebenfalls einen zarten Hauch hellbrauner Färbung.

Eine andere mir bisher auch nur selten zu Gesicht gekommene Hyalosphenia schliesst sich in ihren Form-Verhältnissen mehr der H. cuneata Stein an.

14. Heleopera picta (?), Leidy.

Einigemale traf ich mit den Vorigen zusammen auf Monothalmien, die ich glaube der Leidy'schen Gattung Heleopera anschliessen zu müssen. Das Gehäuse stimmt im Allgemeinen in der Form mit den verkürzt Birn- oder Ampullen-förmigen Gehäusen der Nebela collaris überein, unterscheidet sich aber von diesen durch die eigenthümliche, aus einem unregelmässigen Netzwerk von vier-, fünf- oder mehrseitigen Feldern hergestellte Sculptur. Die Grenzlinien des Netzes sollen nach Leidy meist gekörnelt sein, die

Digitized by Google

ich hier nicht bemerken konnte. Das Peristom ist von einer starken Chitinleiste umsäumt. Das Gehäuse war entweder völlig farblos oder zeigte eine leicht gelbliche Färbung.

15. Euglypha ciliata, (Leidy).

Schon vor zwanzig Jahren fand ich Euglyphen in der Erde, die in ihren Form- und Lebenserscheinungen, mit denen des Süsswassers im Allgemeinen übereinstimmen. Ich habe sie seitdem an den verschiedensten Oertlichkeiten, an denen überhaupt Erd-Protozoen häufiger vorkommen, angetroffen und kann wohl sagen, dass, wenn sie auch selten hier in so grosser Menge, wie Arcellen, Difflugien etc., auftreten, sie doch eine grosse Verbreitung auf dem Lande haben. Am häufigsten fand ich diejenige Form, die von Leidy als Euglypha ciliata charakterisirt ist. Die Schale ist mehr oder weniger gestreckt, birnförmig oder oval und seitlich comprimirt, ein Charakter, der namentlich bei Bewegungen resp. Umwendungen des Objektes durch das Erscheinen eines länglich-ovalen Quer-Umfanges, sowie auch durch die verschiedene Gestalt bei Umdrehungen um die Längsaxe, erkennbar ist. Die Oberfläche zeigt erst bei stärkerer Vergrösserung deutlich die charakteristische Sculptur von länglich-hexagonalen Plättchen und trägt in der Regel eine nach Zahl und Stellung sehr wechselnde äussere Bekleidung von zarten Stacheln oder Borsten. Häufig finden sich nur wenige vom Grunde bis zur Mitte der Schale, so dass bei Einstellung auf den Breitendurchmesser 8—10 Borsten am Rande erscheinen, bald finden sich nur einige am Grunde, bald ist der ganze Umfang damit bekleidet, bald endlich sind gar keine Stacheln zu bemerken. Das Schalen-Peristom ist von meistens acht, selten mehr oder weniger, gezähnelten Zacken gekrönt, die neben jener Sculptur einen weiteren wesentlichen Charakter der Euglyphen bilden. Zuweilen und namentlich bei den kleinen Formen schienen mir die Zacken an den Rändern nicht gezähnelt zu sein, sondern bloss auf der Spitze ein glänzendes vorspringendes Zähnchen zu tragen.

Digitized by Google

Der Plasma-Körper enthält einen, meistentheils im Grunde oder nach der Mitte zu gelegenen, verhältnissmässig grossen runden Nucleus, bei den Jugend-Formen hyalin mit einem dunkleren, rundlichen oder gelappten Nucleolus. Bei Anderen hat der Nucleus bedeutend an Umfang zugenommen und zeigt wiederum einen ähnlichen Charakter wie der reife Nucleus von Amoeba terricola, Amphizonella violacea etc.: eine kapselartige Membran umschliesst eine dicke Schicht von glänzenden Körnern, die auch wohl in den Innenraum eintreten und denselben mehr oder minder ausfüllen. Zuweilen nimmt dieser kugelige, grosse Nucleus mit seinen nucleolusartigen Körnern einen grossen Theil des hinteren Innenraumes ein und umgiebt sich dann auch wohl mit einer zweiten Cyste, während die Mündung der Schale nun durch einen Deckel, bestehend aus einer Schicht von aneinander geklebten Sandstückchen, eigenthümlichen, feinen, quergelagerten Stäbchen, Diatomeen oder anderen Fremdkörpern verschlossen ist, Erscheinungen, wie sie auch von Süsswasser-Euglyphen und anderen Monothalamien bekannt sind. Jener mit den glänzenden grossen Körnern erfüllte Nucleus bietet dann wiederum den Anschein einer Cyste mit Keimkörnern oder Sporen. Auch die von Süsswasser-Monothalamien bekannten Verbindungen zweier Individuen durch gegenseitiges festes Aneinanderlegen der Mündungen (Conjugation) habe ich bei den Land-Euglyphen ebenfalls einigemale beobachtet.

Im Allgemeinen bleiben die Land-Euglyphen, sowie überhaupt die Land-Monothalamien, gegen die Süsswasser-Formen in der Grösse bedeutend zurück, namentlich die an Oertlichkeiten vorkommen, die der leichten und häufigen Austrocknung ausgesetzt sind, wie in dünnen Rasen von Moosen und Flechten an Bäumen, auf Steinen, Hausdächern etc. Zuweilen fand ich unter diesen kleine Euglyphen, und an bestimmten Oertlichkeiten und Materialien nur diese, die am ganzen Umfang der Schale bis zu den Peristomrändern äusserst dicht mit feinen, kurzen Borsten besetzt waren. Bei anderen

Digitized by Google

sassen die Borsten nicht einzeln auf der Schale, sondern zu zweien oder dreien, gewissermassen büschelartig von einer Insertionsstelle nach aussen divergirend, wie solche auch Leidy abbildet und wie sie sich auch bei Placocista finden, bei welcher indessen (nach Leidy) die Stacheln beweglich mit der Schale verbunden sind. Bei noch anderen, im Uebrigen mit den kleinen borstentragenden Euglyphen übereinstimmenden Monothalamien konnte ich eine regelmässige hexagonale Plättchen-Strucktur der Schale nicht erkennen. Dieselbe bestand vielmehr aus, nach Grösse und Form unregelmässigen, länglich-ovalen Feldern mit zugespitzen oder abgerundeten Enden oder sechs-, fünf- oder viereckigen, unregelmässig zusammengefügten Feldern.

Rücksichtlich dieser Verschiedenheiten der Sculptur, der Bezahnung des Peristomrandes, der Borstenbekleidung, sowie der äusseren Form der Schale, die vom Sphäroid bis zum gestreckten Ovoid geht, zusammengenommen mit dem oben erwähnten eigenthümlichen lokalen Vorkommen, lassen sich auch unter den Land-Euglyphen eine Anzahl verschiedener Formen unterscheiden, die sich mehr oder minder theils an Euglypha ciliata, theils an E. alveolata, E. strigosa, E. globosa etc. anschliessen. Eine genauere Sichtung in dieser Beziehung, namentlich auch, ob einige der in der Erde lebenden Euglyphen, den Süsswasserformen gegenüber, besondere Arten oder Varietäten darstellen, behalte ich mir für die spätere ausführlichere Arbeit vor.

16. Assulina seminulum, (Leidy).

Zu den gewöhnlichsten Erscheinungen der in der Erde lebenden Rhizopoden gehören Vertreter der merkwürdigen Gattung Assulina, denen man neben Arcellen, Difflugien und Euglyphen etc. fast überall an den mehrfach genannten Oertlichkeiten unter Flechten, Moosen etc. begegnet. Merkwürdigerweise scheint diese Monothalamie im Süsswasser bei uns verhältnissmässig selten vorzukommen, während sie in Amerika nach Leidy in den dortigen Süsswasser-Sümpfen etc. gemein ist.

Digitized by Google

Ich unterscheide unter den von mir beobachteten Land-Assulinen zwei Formen, von denen die eine fast in allen Charakteren der von Leidy unter dem obigen Namen charakterisirten und abgebildeten nord-amerikanischen Süsswasser-Art entspricht. Ich fand sie in grösster Menge neben Nebela etc. in dem oben erwähnten „*Frauenberger*" Moose bei Marburg. Sie stellt eine sehr charakteristische Monothalamie dar, die bei einiger Erfahrung schon bei schwacher Vergrösserung und fast auf den ersten Blick erkennbar ist, da sie sich durch ihre braune Färbung, die sehr scharfe, regelmässige und verhältnissmässig grossfeldrige, hexagonale Sculptur und die meist sphäroide oder ampullenförmige Gestalt der Schale alsbald unter den Uebrigen, bei dieser Betrachtung meist noch unsicher bleibenden Formen abhebt.

Da das Gehäuse auch dieser Monothalamie von zwei Seiten comprimirt ist, so erscheint dasselbe auf einer der Breitseiten, und so stellt es sich in der Regel in ruhiger Lage dar, mehr oder minder sphäroid, auf einer Schmalseite hingegen gestreckt ovoid, zuweilen fast spindelförmig. Bei den leeren Gehäusen, die, wie Carter und Leidy bei den Süsswasserformen fanden, auch hier besonders zahlreich gegen die den lebenden Rhizopoden noch bergenden vorkommen, scheint die eine Breitseite der Schale gegen die andere häufig einzusinken oder die beiden Schalenhälften sich von einander zu trennen, so dass das Gehäuse dann auf einer Seite gewölbt und auf der anderen tief concav ist.

Die Plättchen des Gehäuses sind wie bei Euglypha, meist länglich hexagonal, liegen aber häufig in der Längsrichtung ein wenig dachziegelartig übereinander oder sind auch wohl mehr oder minder abgerundet. Sie sind fast immer scharf conturirt und verhältnissmässig gross, so dass die Sculptur, wie schon oben erwähnt, schon bei schwacher Vergrösserung hervortritt.

Das Schalen-Peristom ist unregelmässig gezackt oder gezähnelt, häufig wie abgebrochen, der einzige, wie

Digitized by Google

mir scheint, wesentliche Unterschied der Gattung Assulina gegen Euglypha, bei welcher der Peristomrand regelmässig gezackt oder gezähnelt ist. Zuweilen indessen, wie auch schon Leidy fand, erkennt man an dem Peristom einen regelmässigen Kranz von kleinen spitzen Zähnchen, insbesondere bei den kleinen Formen, die ich unten als besondere Art oder Varietät unter dem Namen Assulina muscorum aufgeführt habe.

Der Rhizopode verhält sich im Allgemeinen wie der der Euglyphen. Im Grunde des Plasma-Körpers liegt der grosse, runde, helle und scharf umgrenzte Nucleus mit einem oder zwei dunkleren Nucleolen. Gewöhnlich ist der Nucleus zunächst umgeben von einer Zone hellen Plasma's, auf welche dann, namentlich den vorderen gegen die Mündung gerichteten Theil ausfüllend, eine dunkelkörnige Schicht folgt. Auch bei dieser Form findet man mitunter den ganzen Plasma-Körper im Grunde des Gehäuses kugelig zusammengezogen und mit einer Cyste umgeben. Die Mündung ist dann meist durch einen Deckel verschlossen. Ein paarmal enthielt das Innere des Gehäuses statt des Rhizopoden eine Anzahl kugeliger, dunkelgranulöser Körper (Sporen ?).

17. Assulina muscorum, nov. spec.

Ausser der oben behandelten, an Assulina seminulum vorläufig anzuschliessenden Art, die ich bisher hauptsächlich in tieferen, an Feuchtigkeit und Humus mehr oder minder reichen Moosrasen im Walde fand, trifft man unter dünnen und dünnsten Flechten und Moosdecken auf Steinen, an Bäumen, Mauern etc. noch eine andere, viel kleinere, tief grau-braune Form, deren Gehäuse entweder gar keine oder eine sehr zarte, erst bei stärkerer Vergrösserung sich lösende hexagonale Sculptur erkennen lässt. Der Peristomrand ist entweder mit kleinen, zuweilen etwas gebogenen Zähnchen besetzt oder regelmässig gezackt, wie bei Assulina seminulum oder endlich scharf abgeschnitten. Das Gehäuse hat, auf einer Breitseite gesehen, eine ähnliche sphäroide oder ampullenartige Gestalt wie A. semi-

Digitized by Google

nulum. Ich glaube diese Form vorläufig als eine besondere Art oder eine Varietät von A. seminulum und zwar als die typische Land-Assulina ansehen zu müssen, da sie in den angegebenen Grössen- und Form-Verhältnissen überall in der Erde an der erwähnten Oertlichkeiten auftritt.

18. Trinema enchelys (Dujard. — Ehrenb.).

Trinema ist ebenfalls einer der häufigsten monothalamen Land-Rhizopoden, den man fast überall unter den mehrfach angegebenen Verhältnissen antrifft. Dieselbe zeigt gegen die Trinema enchelys des Süsswassers einige Besonderheiten, die zunächst in einer mehr oder minder starken Compression des Gehäuses von unten nach oben, resp. von der die Oeffnung tragenden Bauch- gegen die Rückenseite besteht. Namentlich ist die Erstere in der Regel etwas abgeplattet oder bei leeren Gehäusen zuweilen ganz eingesunken, während die Letztere gewölbt erscheint.

Die schräg abgestutzte Mundöffnung liegt vorne bauchwärts, meist am Uebergang des Vorderendes zur Bauchseite, derart, dass der Peristomrand, gewissermassen als Vorderlippe, stark vorspringt. Hierdurch und durch die oben erwähnte Compression bietet das Gehäuse je nach der Lagerung eine sehr verschiedene Gestalt. Auf der Bauch- oder Rückenseite erscheint es oval mit einem bauchig abgerundeten Grunde und einem etwas engeren, halsförmigen, die Oeffnung tragenden Vorderende. Auf der Seite liegend zeigt es hingegen ein gestrecktes, vorne und hinten mehr oder minder zugeschärftes Oval oder eine Spindel. Der kreisförmige oder etwas querovale Peristomrand des Gehäuses ist meistens zierlich gekörnelt. Die Oberfläche des Gehäuses ist glatt und ohne besondere Sculptur, zuweilen schien mir eine solche vorhanden zu sein, indessen habe ich hierüber keine Sicherheit erlangt. Der rundliche verhältnissmässig grosse Nucleus liegt im hinteren Theil oder in der Mitte des Plasma-Körpers und zeigt ähnliche Verhältnisse wie bei Euglypha, Assulina etc., in einfacher, primärer Form

Digitized by Google

hyalin mit einem dunkleren Nucleolus. Bei Anderen tritt wiederum an Stelle dieses einfachen Nucleus ein grosser kugeliger, granulärer Körper und endlich eine kugelige Cyste, erfüllt mit dunkelglänzenden Körnern (Keimkörner, Sporen). Das Plasma selbst ist meist mehr oder minder dunkelgranulär und enthält zuweilen feine Stäbchen, die einzeln oder bündelweise zusammenliegen, deren Bedeutung, wenn man sie nicht für parasitische Bildungen halten will, zweifelhaft erscheint. In der Nähe des Kernes erkennt man in der Regel leicht ein bis drei contractile Vacuolen.

Auch diese in der Erde lebende Monothalamie bleibt im Allgemeinen in der Grösse beträchtlich gegen die Süsswasserform zurück. Leidy erwähnt ebenfalls des Vorkommens dieser kleinen Form von Trinema im Moose und in anderen Pflanzen auf sumpfigen Boden, sowie in den Spalten des Ziegelstein-Pflasters vor seinem Hause.

Ausser den oben aufgeführten Land-Rhizopoden habe ich noch eine Anzahl anderer Formen beobachtet, über die ich mir weitere Mittheilung vorbehalte, insbesondere einige kleinere, wahrscheinlich nicht in den Formenkreis der Amoeba terricola gehöriger Amöben, von denen ich schon in meiner früheren Abhandlung drei, als Amoeba granifera, A. gracilis und A. brevipes charakterisirt habe, ausserdem noch Monathalamien, die zum Theil wahrscheinlich zur Gattung Pamphagus Bailey, gehören. Auch Leidy erwähnt einiger Monothalamien, die er ausser im Süsswasser auf dem Lande gefunden habe, aber, wie es scheint, meist an feuchten und beschatteten oder der Feuchtigkeit und dem Regen leicht zugänglichen Plätzen, wie die schon oben erwähnte Trinema enchelys, Arcellen, Difflugien etc. Ausserdem beschreibt er unter dem Namen Gromia terricola eine neue Monothalamie, die er ebenfalls in feuchtem Moose und in Steinspalten des Bodens gefunden. Ich habe meinerseits Gromien bisher nicht in der Erde, sondern nur im Süsswasser angetroffen und nur in Flüssen, dem Rhein

Digitized by Google

und der Lahn, nicht in stehenden Gewässern. Diese, die Gromia fluviatilis, deren Vorkommen in Amerika Leidy nicht erwähnt, scheint mit G. terricola in einigen Beziehungen übereinzustimmen. Auch hierauf gedenke ich in meiner späteren Arbeit zurückzukommen.

Die einzige Süsswasser-Rhizopodengruppe, von der ich bisher auf dem Lande keinen Vertreter mit Sicherheit beobachtet habe, ist die der Heliozoen. Ein paarmal habe ich kleine, scheiben- oder kugelförmige Rhizopoden mit radiärer Pseudopodien-Entfaltung gesehen, ohne ihrer indessen zur genaueren Untersuchung habhaft werden zu können.

Vorkommen, Lebensweise, systematische Stellung und geographische Vorbreitung der Land-Rhizopoden.

Wie ich bereits in meiner früheren Abhandlung ausführlich dargelegt und wie auch in dem Obigen mehrfach hervorgehoben, leben die Land-Rhizopoden hauptsächlich unter und in Pflanzendecken der verschiedensten Art, in Flechten, Lebermoosen, Laub-Moosen, Farrn-, Sedum- und Grasarten und anderen Pflanzen, die auf fester Unterlage, Steinen, Felsen, Mauern, Baumstämmen, Hausdächern u. a. wachsen. Sie theilen ihren Wohnort hier mit der anderen, auch häufig erwähnten kleinen Thierwelt, den Räderthieren, Bärthierchen, Anguillulinen, Infusorien, Naidinen,[1]) Milben, Poduren und zahlreichen niederen pflanzlichen Organismen, ebenfalls sonst meistens nur Süsswasser-Bewohner, wie Diatomeen, Desmidiaceen, Confervaceen, Phycochromaceen, unter denen namentlich sehr häufig hellgrüne in Gallertkugeln eingeschlossene Nostoc-Knäuel u. a. Sowohl unter dicken Erd- und humusreichen Moos-, Sedum-, Gras-

1) Die Naidinen bilden eine neue von mir aufgefundene Gruppe von Land- oder Erd-Oligochaeten, über die ich mir weitere Mittheilungen vorbehalte. Einmal fand ich auch eine rhabdocoele Turbellarie (Vorticiede?) im Moose, die ich aber nicht genauer untersuchen konnte.

Digitized by Google

und anderen Pflanzen-Rasen, als unter den dünnsten Flechten auf Steinen und Bäumen etc., finden sie sich gleichmässig verbreitet, in den Ersteren, und mit ihnen die erwähnten Genossen, grösser und kräftiger entwickelt, in den Letzteren im Allgemeinen kleiner. Aber nicht bloss unter den auf fester Unterlage, sondern auch unter den auf weichem, erdigen Boden wachsenden Pflanzen findet man zuweilen die Rhizopoden in grosser Verbreitung, so namentlich nach meiner Erfahrung in den dicken, den Boden mancher Wälder überziehenden Moosrasen. Ohne Zweifel wird bei weiterer Untersuchung sich das Gebiet der Land-Rhizopoden und überhaupt das jener, mit ihnen zusammenwohnenden, merkwürdigen Thierwelt sich als ein sehr ausgedehntes erweisen.

Ich betone ausdrücklich, dass das Vorkommen der Rhizopoden in der Erde kein gewissermassen geologisches ist durch Terrain-Veränderungen und Zurückbleiben der Schalen aus dem Süsswasser oder zufälliges, durch Zuführung oder Ansammlung derselben in der Erde durch Wind und Wasser etc. Die oben aufgeführten Rhizopoden habe ich sämmtlich lebend und zwar die meisten zu Tausenden an den genannten Oertlichkeiten gesehen und es kann kein Zweifel darüber bestehen, dass hier ihr ständiger, normaler und alleiniger Lebensaufenthalt ist. Ebenso wenig wie die Süsswasser-Rhizopoden auf dem Lande an den Wohnplätzen der Land-Rhizopoden ständig zu leben und sich weiter zu entwickeln vermögen, so auch nicht die Letzteren im Süsswasser, doch scheint es nach meiner Erfahrung eher möglich, Land-Rhizopoden unter gewissen günstigen Bedingungen eine Zeit lang im Wasser lebend zu erhalten, als umgekehrt.

Die Land-Rhizopoden, und mit ihnen ihre Genossenschaft, sind, wie ich ebenfalls schon früher ausgeführt habe, allen, durch ihr lokales Vorkommen bedingten, mannigfachen äusseren Einflüssen preisgegeben, ohne im Allgemeinen an ihrer Lebensfähigkeit einzubüssen, im Winter oft längere Zeit von Eis und Schnee bedeckt und eingeschlossen und im Sommer der Austrocknung und Sonnenwärme ausgesetzt, abwechselnd mit An-

Digitized by Google

feuchtung durch Regen etc. Im Winter sah ich aus den zu Eisschollen gefrorenen Moos- und anderen Pflanzen-Rasen und im Sommer aus den seit Langem trockenen, dünnen Flechten von Baumstämmen und Felsen etc. bei der Untersuchung in Wasser alsbald die lebende Thierwelt hervortreten. Im verflossenen Winter habe ich über die Widerstandsfähigkeit derselben gegen niedere Temperatur einige weitere bemerkenswerthe Versuche gemacht. Zur Zeit der grössten Kälte, als das Thermometer hier in Marburg Nachts bis auf —13 bis 15° Reaum. sank, setzte ich in Uhrschälchen mit Wasser eine grössere Anzahl von Vertretern jener kleinen Thierwelt, Rotatorien, Tardigraden, Anguillulinen und Rhizopoden, die direkt aus den gefrorenen Pflanzen- und Erdstücken durch Aufthauen derselben lebend gewonnen waren, wiederum längere Zeit, namentlich die ganze Nacht durch, ausserhalb des Fensters gegen Norden dem Frost aus. Nach wenigen Minuten war das die Thiere enthaltende Wasser in den Uhrschälchen zu kleinen festen Eisschollen gefroren und blieb so während 12—20 Stunden. Bei der Untersuchung nach allmählichem Aufthauen fand ich fast die sämmtlichen Thiere lebend und sich lebhaft bewegend wie vorher. Am meisten widerstandsfähig erwiesen sich die Tardigraden, Anguillulinen und Rotatorien aber auch die meisten der eingelegten und mit eingefrorenen Rhizopoden (Amoeba terricola, Amphizonella violocea) waren vollkommen intakt geblieben. Man darf wohl annehmen, dass die Thierchen auch mehrere Tage hinter einander, ja selbst Wochen und Monate oder lange Zeit hindurch in dieser Eis-Umschliessung verharren können, ohne abzusterben, da ja jedenfalls der Thierkörper selbst mit in die Eis-Erstarrung hineingezogen ist und somit alle Lebensthätigkeiten während dieser Zeit eingestellt sein müssen.

Ohne Zweifel stehen wir hier, sowohl rücksichtlich der Eintrocknung als der Gefrierung vor einer sehr merkwürdigen Anpassungserscheinung von meistens ursprünglichen Wasserbewohnern an das Landleben, die für die Protozoen um so auffallender sich darstellt, wenn man die Constitution des aus

Digitized by Google

meist hüllenlosen oder mit zarten Wimpern bekleideten Plasma-Körpers in's Auge fasst. Um eine Gegen-Probe zu machen, setzte ich einige Exemplare von Süsswasser-Amöben (Amoeba proteus) zu derselben Zeit in einem Uhrschälchen dem Froste aus. Sie waren alle abgestorben und ich überzeugte mich bald, dass der Amöben- resp. Plasma-Körper gleich bei der Gefrierung platzte.

Weniger widerstandsfähig scheinen jene Organismen gegen eine schnelle, vollständige und längere Zeit anhaltende Eintrocknung zu sein. Während sie im Freien in den gewohnten Oertlichkeiten und Materialien von Pflanzen und Erde, die ihnen, wie es scheint, Schutz gegen vollständige Austrocknung gewähren, lange Zeit im Trocknen, d. h. ohne Regen aushalten, ertragen sie, isolirt auf einem Objektträger, nur kurze Zeit eine vollständige Eintrocknung.

Ich habe schon bei einer früheren Gelegenheit darauf hingewiesen, dass die Protozoen und namentlich die Süsswasser-Rhizopoden, Kosmopoliten seien,[1]) die aller Wahrscheinlichkeit nach auf der ganzen Erde in denselben Formen auftreten, wie das namentlich durch die merkwürdige Uebereinstimmung der durch Leidy in so reichem Maasse bekannt gewordenen nordamerikanischen Süsswasser-Rhizopodenfauna mit der europäischen, sich kund giebt. Dasselbe gilt nach meiner bisherigen Erfahrung für die Land-Rhizopoden. Mehrere derjenigen Formen, die ich seit Langem von den verschiedensten Orten Deutschlands her und namentlich als Bewohner Marburg's und seiner Umgebung kenne, habe ich auch in der Schweiz, Tyrol, Italien, Portugal, Madeira, canarische Inseln, Capverden, Guinea-Inseln lebend constatiren können und als Schalen in Moosen und Flechten aus Nord-Amerika (Nevada) und Süd-Amerika (Chile) gefunden.

An diese Frage über die geographische Verbreitung der Süsswasser- und Land-Rhizopoden schliesst sich noch eine andere

1) Die Capverdischen Inseln, Globus 1882 XLII No. 3. S. 75.

Digitized by Google

an, die ich bei dieser Gelegenheit ebenfalls nur berühren kann, später aber ausführlicher zu behandeln gedenke, nämlich wie sich die Land-Protozoen in systematischer Beziehung zu den entsprechenden Süsswasserformen verhalten.

Wir haben oben einige Land-Rhizopoden kennen gelernt, die bisher im Süsswasser nicht angetroffen worden sind, die meisten aber finden hier ihre entsprechende Vertretung und sind häufig dann so übereinstimmend mit Jenen, dass es nach den bisherigen Erfahrungen schwer hält oder unmöglich erscheint, eine specifische Trennung Beider zu begründen. Würde man die Land-Rhizopoden unter denselben Form-Verhältnissen im Süsswasser finden, so würde man sicher keinen Zweifel an der Art-Identität mit den entsprechenden Süsswasserformen hegen. Nichtsdestoweniger glaube ich, dass gewisse, durch die Anpassung an die so verschiedene Lebensweise bedingte, morphologische und physiologische Unterschiede zwischen Beiden vorhanden sein mögen, deren Erkenntniss aber erst durch sehr genaue, vergleichende Untersuchung zu erhoffen ist, die natürlich mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein wird, weil wir hier sehr einfachen, noch wenig differenzirten Organismen uns gegenüber befinden. Jedenfalls hat es den Anschein, dass, wie die Süsswasser-Rhizopoden, so auch die Land-Rhizopoden unter sich einen cosmopolitischen Charakter tragen. Für die in beiden Lebenskreisen gemeinschaftlichen Formen würde sich dadurch ein ungeheures Verbreitungsgebiet vielleicht über die ganze Erde eröffnen.

Digitized by Google

II.

Land-Infusorien.

An denselben Oertlichkeiten, an denen die Land-Rhizopoden vorkommen, also in und unter Moosen, Flechten etc. auf Steinen, Felsen, Hausdächern, an Mauern, Bäumen etc. und in Gesellschaft mit Jenen, sowie der anderen hier lebenden kleinen Thierwelt, finden sich auch, wie schon früher erwähnt, ciliate Infusorien.

Schon bei meinen ersten Untersuchungen über jene Rhizopoden traf ich auf bewimperte Infusorien in der Erde, habe auch gelegentlich über dieses merkwürdige Vorkommen berichtet und im Jahre 1873 bereits eine in der Erde lebende Vorticelline in Verbindung mit anderen Mittheilungen über diese Infusoriengruppe unter dem Namen Opercularia (Epistylis) arenicola beschrieben.[1])

Die Zahl der eigentlichen ciliaten Land-Infusorien scheint gegen die Süsswasser-Infusorien-Fauna und ebenso gegen die in diesem Verhältniss, wie wir gesehen haben, sehr reiche Land-Rhizopoden-Fauna eine geringe zu sein. Ich bemerke in dieser Beziehung ausdrücklich, dass natürlich bloss diejenigen Formen als zur Land-Infusorien-Fauna gehörig, zu betrachten sind, die constant, d. h. zu allen Zeiten und in allen Verhältnissen an den angegebenen Oertlichkeiten lebend, gefunden werden und nicht auch diejenigen, die in Aufgüssen auf jene Materialien, in denen die Land-Protozoen vorzukommen pflegen, nach einiger Zeit auftreten. Man würde mancherlei Irrungen

1) Sitzungsber. d. Ges. zur Beförderung d. ges. Naturw. zu Marburg. Sitzung vom 19. Juni 1873. No. 3. S. 22.

Digitized by Google

anheim gegeben sein, wenn man bei diesen Untersuchungen in der angedeuteten Richtung nicht mit grosser Vorsicht zu Werke gehen wollte.

Nach meiner Erfahrung verschwinden sogar in den meisten Fällen in derartigen Aufgüssen gerade die charakteristischen Land-Infusorien-Formen sehr bald unter dem Einfluss der veränderten Lebensbedingungen, während andere, und zwar diejenigen, die auch sonstige Infusionen nach einiger Zeit beleben, erscheinen.

Die im Folgenden aufgeführten ciliaten Infusorien glaube ich mit Sicherheit als eigentliche Land-Bewohner betrachten zu dürfen. Ich habe sie zu jeder Zeit, im Sommer und im Winter, in trockenen und in festgefrorenen Moosrasen etc. und gleich nach Untersuchung der betreffenden Materialien gefunden.

Epitricha.

1. Opercularia (Epistylis) arenicola, Greeff.

Ich fand diese Vorticelline, über die ich im Jahre 1873 berichtete,[1]) zuerst unter Flechten (Parmelien etc.) an Wallnuss-Baumstämmen meines Gartens und habe sie seitdem hier und an manchen anderen Orten unter ähnlichen Bedingungen angetroffen, aber meistentheils vereinzelt, sehr selten häufiger. Der ganze Stock besteht gewöhnlich aus nur zwei sehr kleinen Individuen, die nebeneinander auf einem gemeinschaftlichen, sehr kurzen, starren Stiele sitzen. Zuweilen findet man nur ein Individuum auf dem Stiele. Bei eingezogenem Wimperapparat bildet das Thierchen ein nach beiden Enden etwas zugespitztes Oval. Die Peristom-Mündung selbst ist sehr enge und die daraus hervorgestreckte Wimperscheibe klein aber mit verhältnissmässig langen Wimpern versehen. Im vorderen Theil des Körpers liegt der runde contractile Raum, dahinter ein kurzer strangförmiger Nucleus. Mit ausgestrecktem Peristom und Wimperscheibe misst das Thierchen nur etwa 0,08 mm.

1) Siehe oben.

Digitized by Google

2. Vorticella lichenicola, nov. spec.

Der Körper ist etwa 0,05 mm lang, bei halbgeöffnetem Peristom, aus dem dann die langen Wimpern nach aussen schlagen, oval, mit zugespitzten Hinter- und abgestutzten Vorderende. Ich habe nie, selbst nicht bei längerer Beobachtung, eine weitere Oeffnung des Peristoms, als wie sie der halben Oeffnung bei anderen Vorticellen entspricht, bemerkt. Von der Mundöffnung geht ein etwas geschlängelt trichterförmiger Schlund in den Körper. Der contractile Raum ist verhältnismässig gross, rund, dahinter ein kurzer wurstförmiger Nucleus. Der ganze Körper zeigt eine ziemlich scharfe circuläre Streifung. Der Stiel ist sehr kurz und retractil, mit ihm der Körper, der zu einem Sphäroid zusammenschnellt. Im Sande, unter Flechten, Moosen etc.

3. Rhabdostyla (?) arborea, nov. spec.

Unter diesem Namen will ich vorläufig eine kleine Land-Vorticelline aufführen, die ich zuerst in Flechten und Moosen an Baumstämmen und dann noch in ähnlichen Materialien und an anderen Oertlichkeiten fand. Der Körper ist, wie der der Vorigen, oval mit zugestutzten Vorderende, aber etwas bauchiger. Aus dem bei meiner Beobachtung ebenfalls kaum halb geöffneten Peristom treten die langen Cilien hervor. Der Stiel ist so kurz, dass er kaum zu constatiren ist und sitzt hinten auf einem kleinen runden Plättchen. Ich habe vorläufig nicht entscheiden können, ob der sehr kurze Stiel starr oder retractil ist, in letzterem Falle würde die Form natürlich nicht zur Gattung Rhabdostyla, sondern zu Vorticella zu rechnen sein.

An diese Vorticelle schliesse ich noch eine andere kleine Form an, die ich bisher bloss ein paarmal, aber immer ohne Stiel, mit einem hinteren conischen Fortsatz beobachtet habe. Ich vermag vorläufig nicht zu entscheiden, ob die Individuen vom Stiel abgerissen oder wirklich stiellos sind. Der Körper ist gestreckt-oval, selbst bei der hin und wieder ausgestreckten kleinen Wimperscheibe, hinter welcher die Mundöffnung liegt.

Digitized by Google

Sehr eigenthümlich ist die Bewegung des verhältnissmässig grossen runden contractilen Raumes. Gleich nach der Contraction des Raumes sieht man an derselben Stelle in der Längsrichtung eine kleine Reihe von etwa 4 oder 5 kleinen Bläschen auftauchen, die bald in einander fliessen und nun eine längliche, etwas gebogene Blase bilden, aus welcher ein ovoider und dann wieder ein runder Raum entsteht. Der Process verläuft ziemlich rasch und wiederholt sich immer in derselben Weise.

4. Vaginicola terricola, nov. spec.

Ich fand diese merkwürdige und charakteristische Land-Gehäuse-Vorticelline in Moos und anderen Pflanzenrasen an einer Mauer in der Nähe des Marburger Schlosses und habe sie seitdem auch an anderen Lokalitäten unter ähnlichen Bedingungen angetroffen. Das in der Regel leicht gelblich oder bräunlich gefärbte Gehäuse ist bauchig- krug- oder flaschenförmig mit einem kurzen, meistens zur Seite gebogenen und etwas eingeschnürten Halse. Die Oeffnung des Gehäuses ist stark bogenförmig ausgeschweift mit verdicktem Rande. Der Grund ist aussen glatt und abgerundet. Das Thier streckt sich ziemlich weit aus dem Gehäuse hervor. Hinter der Wimperscheibe das gewulstete Peristom. Zwischen Beiden die Mundöffnung, die in einen leicht gebogenen, trichterförmigen Schlund führt. Die contractile Blase rund, der Nucleus kurz, wurstförmig und leicht gebogen, querliegend. Das Thier befestigt sich ohne Stiel im Gehäuse und bildet, ganz in dieses zurückgezogen, einen mit breiter Basis auf dem Grunde aufsitzenden rundlichen nach vorne etwas conischen Körper, aus dem einige Wimper hervortreten. Ich habe die Vaginicola terricola nie an irgend einen Gegenstand angeheftet gesehen, sondern stets nur frei und häufig sehr lebhaft umherschwimmend.

Holotricha.

5. Colpoda cucullus, O. F. M.

Eine der häufigsten ciliaten Infusorien der Erde, die ich

Digitized by Google

vorläufig von der Süsswasserform nicht zu unterscheiden vermag. Der Körper ist nierenförmig, meistens mit einem hinteren abgerundeten und vorderen etwas zugespitzten Ende. Die nierenförmige seitliche Einbiegung liegt vor der Mitte des Körpers und hier befindet sich auch die spaltförmige Mundöffnung. Der Nucleus ist rundlich und liegt in der Nähe des Peristoms nach innen, der ebenfalls runde contractile Raum am Hinterende. Ausserdem ist der Körper in der Regel ganz angefüllt mit verhältnissmässig grossen, kugeligen, dunkelgranulirten Körpern, die einen höchst charakteristischen Bestandtheil desselben bilden. Die Wimperung ist kurz und fein und folgt longitudinalen, ebenfalls sehr feinen Streifen. Die Färbung ist gewöhnlich dunkel olivengrün oder grünlich gelb.

Sehr häufig sah ich Encystirungen. Die Cyste besteht aus einer hellen ziemlich dicken kugeligen Kapsel, in welcher das Infusorium vermittels seiner Wimpern sich fortwährend rotirend bewegt. Bei anderen war diese Kapsel ausserdem noch von einer Schleimschicht mit eingestreuten Granula umgeben.

6. Colpoda lucida, nov. spec.

Während das holotriche Infusor, das ich oben vorläufig als Colpoda cucullus des Süsswassers charakterisirt habe, durch die erwähnten dunkelkörnigen Kugeln, mit denen der Körper in der Regel erfüllt ist, undurchscheinend ist, findet sich in der Erde noch eine andere Form und mit Jener häufig zusammen, die vollkommen hell und durchscheinend ist. Dieselbe ist etwas grösser als die vorige, hat ebenfalls eine mehr oder minder nierenförmige Gestalt mit spaltförmiger Mundöffnung, die in einen grubenförmigen Schlund führt. Nach innen von diesem liegt der grosse, runde, granulirte, zuweilen mit spindel- oder stabförmigen Körperchen erfüllte Nucleus und im hinteren Theil die contractile Blase. Die periphere subcuticulare Körperschicht besteht aus dichtgedrängten, sehr deutlichen Trichocysten, die fast den Anblick eines feinen subcuticularen

Digitized by Google

Epithels gewähren. Die Cilien sind viel länger als bei der vorigen Art.

7. Nassula picta, nov. spec.

Ein sehr häufiges Land-Infusorium, das zuweilen schaarenweise auftritt und dann auch wohl die von andern Infusorien, insbesondere von dem hypotrichen Chilodon, mit dem es auch im Uebrigen sehr viel Aehnlichkeit hat und dem es anfangs auch von mir angeschlossen wurde, bekannten Conjugations-, Encystirungs- und Theilungszustände zeigt. Der Körper ist ovoid mit einer etwas zulaufenden Vorderseite, einer wenig abgeflachten, den Mund tragenden Bauch- und mehr gewölbten Rückenseite. Der Zahn-Apparat ist kolbenförmig mit einem verdickten, abgerundeten Vorderende, auf dem die kleine runde Oeffnung liegt und einem verschmälerten Hinterende, das in den kurzen, trichterförmigen Schlund übergeht. Der verhältnissmässig grosse, runde und häufig granuläre Nucleus liegt im hinteren Theil, vor ihm und hinter dem Zahn-Apparat, der ebenfalls ziemlich grosse und runde contractile Raum. Hat derselbe sich contrahirt, so taucht er allmählich wieder auf, und nun treten auf der Oberfläche desselben eine Anzahl kleiner Bläschen hervor, die ebenfalls sichtbar werden bei vollständiger Füllung vor der Contraction. In einer Minute beobachtete ich an einem Individuum sechs Contractionen.[1]) Das Plasma enthält fast stets eine grössere oder geringere Anzahl grüner

1) An einem anderen holotrichen Infusorium, das ich nicht näher bestimmen konnte, mit einem granulären runden Nucleus und einer so feinen Wimperung, dass sie selbst bei stärkeren Immersionssystemen kaum wahrgenommen werden konnte, beobachtete ich den Prozess der Zusammenziehung und Füllung des contractilen-Raumes folgendermassen: Sobald die Blase prall gefüllt ist, entsteht an der Peripherie eine grosse Anzahl kleiner Blasen, die allmählig zu grösseren zusammenfliessen. Dann contrahirt sich die mittlere Hauptblase und nun fliessen die grösseren peripheren Blasen gegen ihr Centrum zusammen und gehen so wieder in die Hauptblase, diese bildend, über. Diese ist anfangs noch unregelmässig oder gelappt und wird dann kugelig und prall.

Digitized by Google

kugeliger Körper, die den Innenraum oft ganz grün färben. Dazwischen befinden sich meist in geringerer Zahl rost-rothe grössere oder kleinere Ballen. Conjugationen beobachtete ich häufig in allen Stadien. Anfangs schwimmt ein Paar mit den Bauchseiten gegeneinander gerichtet, wie spielend umher, zuweilen lange Zeit, ohne sich, selbst bei Hindernissen, oder nur für einen Augenblick, zu verlieren, mit dem offenbaren Bestreben die Mundöffnungen gegeneinander zu drücken. Sobald dieses gelungen, tritt die beiderseitige Zahnröhre aus der Mundöffnung hervor und dient so als Haft-Apparat, indem die Spitzen der Zähnchen in einander greifen, wie dieses namentlich von Chilodon cucullus mehrfach beschrieben worden ist. Die Conjugation hält mehrere Stunden an, einmal konnte ich die Dauer derselben bei einem Paare auf einen halben Tag constatiren. Zuweilen sieht man zwei Individuen von sehr verschiedener Grösse mit einander in Conjugation, mitunter das eine kaum halb so gross, als das andere. Auch Encystirungen und Quertheilungen innerhalb der Cyste habe ich mehrfach beobachtet. In jedem Individuum war nach der Theilung der kolbenförmige Zahn-Apparat und der runde Nucleus zu erkennen. Ueber die verschiedenen Form-Verhältnisse und Veränderungen des Nucleus etc. bei Conjugation und Theilung werde ich später ausführlicher berichten.

8. Spatidium amphoriforme, nov. spec.

Dieses merkwürdige Infusor, das ich bisher nur selten unter Moos von einer Mauer am Marburger Schlossberg fand, hat eine gestreckt krug- oder flaschenförmige Gestalt mit einem erweiterten und abgerundeten Grunde und einem engeren Halse, der vorne wiederum in eine breitere, etwas schräg abgestutzte Oeffnung, die Mundöffnung des Thieres, übergeht; an einer Seite tritt der etwas gewulstete Rand der Oeffnung, ähnlich der Ausgussrinne beim Krug, schnabelartig nach aussen. Die Wimpern des Peristoms sind etwas stärker und länger, als die sehr feinen, kurzen und gleichmässigen des ganzen übrigen, deutlich längs-

Digitized by Google

gestreiften Körpers. Der Nucleus ist strangförmig, sehr lang (länger als der Körper selbst) und schlingenförmig zusammengelegt. Nach Behandlung mit Reagentien (Osmium) und Färbung tritt an demselben eine eigenthümliche unregelmässige Querstreifung hervor, als ob er in Scheiben zerfallen wäre. Die contractile Blase liegt ganz am hinteren Ende des Körpers. Das Plasma ist in der Regel, namentlich in der Mitte des Körpers, angefüllt mit dunkelglänzenden Kugeln.

Das obige Infusor schliesst sich im Allgemeinen an Leucophrys spathula Ehrenb. (Enchelys spathula O. F. Müll.) namentlich aber in Rücksicht auf die äussere Form an die von Bütschli in seinem Werke „Protozoa" nach den vortrefflichen „Originalien Lieberkühns" wiedergegebene Abbildung des mit Leucophrys spathula identischen Spatidium spathula, entfernt sich aber von ihnen durch die oben angeführten Charaktere, insbesondere den Formenverhältnissen des Nucleus.

9. Ophryoglena marginata, nov. spec.

Der Körper ist breit-oval mit etwas zulaufendem Vorderende. Die Mundöffnung liegt hinter diesem in einem diagonal verlaufenden Spalt und trägt etwas stärkere Wimpern, als diejenigen des übrigen Körpers sind. Eigenthümlich ist die wellenförmige Faltung der Cuticula an der vorderen Hälfte des Körpers auf der Mund-(Bauch)-Seite. Der grosse, runde, granuläre Nucleus in der Nähe des Mundes, der ebenfalls runde und grosse contractile Raum terminal am Hinterende. Sehr deutlich sieht man, dass der Raum bei seiner Contraction vermittelst einer nach hinten gerichteten trichterförmigen Oeffnung sich nach aussen entleert. Das Plasma des Innenraumes befindet sich in einer sehr lebhaften Rotation. Zunächst bemerkt man einen von hinten nach vorne gerichteten Wandungsstrom, der am Vorderende in die Mitte des Körpers einbiegt, um nun als Achsenstrom von vorne nach hinten zu laufen.

Digitized by Google

Ausser den obigen habe ich noch einige andere holotriche Infusorien in der Erde gefunden, aber bisher nicht so genau beobachten können, um sie genügend zu charakterisieren, unter diesen eine sehr grosse Ophryoglena mit langem strangförmigem Nucleus und einige kleinere Formen, über welche ich vielleicht später weitere Mittheilungen zu machen im Stande bin.

Von **heterotrichen Infusorien** habe ich bisher bloss eine Bursaria-ähnliche Form gesehen, die ich ausserdem nicht genau untersuchen konnte. Der Körper ist breit-oval, vorne etwas abgestutzt. Das Peristom breit, lang und von vorne zur Seite gebogen, senkt sich tief grubenförmig in den Körper und ist mit viel stärkeren Wimpern besetzt, als der übrige Körper. Nucleus und contractile Blase habe ich nicht genau gesehen.

Hypotricha.

10. Rhabdotricha terricola, nov. gen. et nov. spec.

Der Körper dieses merkwürdigen Infosoriums ist breit-spindelförmig mit ein wenig nach entgegengesetzten Seiten gebogenem Vorder- und Hinterende. An der rechten Seite ausserdem zwei kleine höckerartige Hervorragungen. An dem Vorderende befindet sich die spaltförmige Mundöffnung mit einer in der Richtung der erwähnten Einbiegung vorspringenden Lippe. Auf dieser stehen einige (ungefähr vier) nach aussen zugespitzte Stäbchen, die, als ob sie gelenkig mit der Unterlage verbunden wären, gegen die Mundöffnung schlagen und hier zusammentreffen mit den in entgegengesetzter Richtung sich bewegenden, langen, haarförmigen Wimpern der anderen Seite. Dieser ganze Mechanismus der Wimperbewegung, namentlich das Auf- und Niederschlagen der zahnartigen auf der Mundlippe befindlichen Stäbchen, bietet einen sehr eigenthümlichen Anblick. Im Uebrigen treten rechts einige zerstreute Wimperbüschel hervor, auf der Bauchseite einige Reihen und am Hinterende lange, starke, stielartige und gekrümmte Wimpern. Der runde contractile Raum liegt

Digitized by Google

in der vorderen Hälfte rechts, direkt unter der Cuticula, der ebenfalls rundliche, verhältnissmässig grosse Nucleus etwas hinter der Mitte. Im Innern desselben erkannte ich Fadennetz mit Körnern. Ich weiss dieses Infusorium, dessen wesentlicher Charakter in der sonderbaren peristomalen Bewimperung liegt, mit keiner mir bekannten Gattung der Hypotrichen zu verbinden und habe deshalb vorläufig den obigen besonderen Namen dafür gewählt.

11. Stylonychia mytilus (Ehrenb.)

Häufig fand ich in der Erde, namentlich unter humusreichen Moos- und anderen Rasen eine Stylonychia, oft in grosser Menge hier auftretend, die ich vorläufig von Stylonychia mytilus nicht zu unterscheiden vermag.

12. Oxytricha mystacea (Stein).

Auch Infusorien zur Gattung Oxytricha gehörig, fand ich mitunter in grosser Zahl. Eine derselbe stimmt, soweit ich sie bisher untersuchen konnte, am meisten mit der Stein'schen Oxytricha mystacea überein.

13. Urostyla Weissii (Stein).

Ein anderes hypotriches Infosorium schliesst sich in Rücksicht anf seine Bewimperung und Körperform im Allgemeinen der obigen Art an.

Ueber diese letzteren Infusorien hoffe ich später Genaueres berichten zu können.

Suctoria.

14. Sphaerophrya parva, nov. spec.

Einmal fand ich in einem, an Protozoen und anderen Organismen sehr reichen, Moose auch eine Acinete zur Gattung Sphärophrya gehörig. Der sehr kleine Körper, von ungefähr 0,09 mm Durchmesser, ist sphäriod, dunkelkörnig und enthält subperipher einen runden contractilen Raum und mehr nach der Mitte einen ebenfalls rundlichen Nucleus. Die Tentakeln traten an dem von mir beobachteten Individuum haupt-

Digitized by Google

sächlich nur aus einem Bezirk der kleinen Kugel hervor. Dieselben waren zum Theil ziemlich lang, fadenförmig, verdickten sich nach der Spitze allmählich und endigten mit einem Knöpfchen.

Auch eine Anzahl von Flagellaten, meistens kleine Formen, kommen in der Erde vor, an denselben Oertlichkeiten wie Rhizopoden, Infusorien etc., die ich indessen bisher nicht genauer habe untersuchen können.

An diesen Bericht über seine Untersuchungen der Land-Protozoen schloss Herr Professor Greeff in derselben Sitzung vom 20. März 1888 noch Mittheilungen über:

III.
Beobachtungen an Süsswasser-Rhizopoden.

1. Amoeba proteus, (Rösel-Leidy).

Wie in seiner wechselvollen Gestalt, so hat sich dieser Rhizopode auch in der Litteratur, seit seiner Entdeckung und Taufe durch Rösel von Rosenhof im Jahre 1755, als ein wahrer »kleiner Proteus« dargestellt. Leidy zählt in seinem Rhizopodenwerk nicht weniger als sechszehn verschiedene Namen auf, die unserer Amöbe von Rösel an bis zu Leidy selbst verliehen worden sind. Am meisten und längsten hat der Ehrenberg'sche Name Amoeba princeps Gültigkeit behalten, bis Leidy alle zusammenfassend dem Rösel'schen »kleinen Proteus« zu dem ihm von Rechtswegen gebührenden Namen Amoeba proteus verholfen hat.

Ich selbst kenne diese Amöbe seit langen Jahren und habe sie namentlich neben Pelomyxa palustris und Amoeba terricola als eins der prächtigsten Objekte zur Veranschaulichung der amöboiden Bewegung, für den Unterricht stets mit besonderem Erfolge benutzt, gelegentlich auch kurze Mittheilung darüber ge-

Digitized by Google

macht, insbesondere im Anschluss an die von mir beschriebene Vermehrung der Amoeba terricola aus dem Kerne, die ich auch für jene Amöbe glaubte annehmen zu dürfen.

Vor einiger Zeit fand ich in einem meiner Gläser eine ziemlich reiche Bevölkerung von Amoeba proteus, die sich auch ziemlich lange darin erhielt. In allen traf ich in grosser Menge die seit Langem bekannten und häufig erwähnten und beschriebenen crystalloiden Bildungen, die meist so reichlich im Plasma angehäuft sind, dass sie dem Thiere die ihm im Allgemeinen eigenthümliche, glänzend-dunkelgraue Färbung des Innenraumes verleihen Bei genauerer Betrachtung stellten sich diese Crystalloide im ausgebildeten Zustande fast alle in ihrer äusseren Form als Doppel-Pyramiden dar. In der Mitte, wo die beiden Pyramiden mit ihrer Basis zusammenstossen, springt merkwürdigerweise an einer Stelle und zwar an fast allen ausgebildeten Crystalloiden, d. h. denjenigen, die eine gewisse Grösse erreicht haben, ein rundes, glänzendes Knöpfchen, halbkugelig oder noch weiter die Oberfläche der Pyramidenbasis überragend, nach aussen hervor. Nach innen schiebt sich dasselbe keilförmig in das Crystalloid ein. Ausserdem liess dieses eine deutliche Schichtung erkennen und im Inneren einen kleinen centralen Raum. Ein überraschendes Ergebniss bot die Untersuchung dieser Gebilde mit Reagentien. Bei Zusatz von 20% Kalilauge verschwand sofort die Doppel-Pyramide mit Ausnahme des erwähnten seitlichen Knöpfchens, das sich selbst bei starker Erwärmung in Kalilauge noch intakt erhielt. Bei Zusatz von 2% Essigsäure aber verschwand alsbald das Knöpfchen, während nun das Krystalloid, d. h. die Doppel-Pyramide abzüglich des Knöpfches, unverändert blieb. An Stelle des Knöpfchens war nun eine nach innen gehende keilförmige Öffnung vorhanden. Bei Zusatz von Schwefelsäure verschwand das ganze Gebilde. Es folgt hieraus also die merkwürdige Thatsache, dass der Haupttheil des Crystalloids, d. h. die eigent-

Digitized by Google

liche Doppelpyramide organischer, das seitliche ihr eingefügte Knöpfchen aber anorganischer Natur ist, vielleicht aus einem Kalksalz bestehend.

Wenngleich fast alle Crystalloide die beschriebene Form zeigten, fanden sich bei weiterer Untersuchnng, und namentlich bei kleineren Amöben, auch einige andere Gestalten, prismatische Säulchen oder Stäbchen, an deren einem Ende sich ebenfalls wieder meistens ein Knöpfchen befand oder Würfel oder quadratische Plättchen, die an einer Ecke das Knöpfchen trugen oder endlich, und dieses namentlich bei ganz kleinen Amöben, die ich noch mit in den Formenkreis der Amoeba proteus glaube hineinziehen zu dürfen, sehr kleine quadratische Plättchen mit einer doppelten Schichtung aber ohne Knöpfchen.

In noch anderen kleinen, und vielleicht ebenfalls Amoeba proteus zugehörigen, Amöben bestanden die Crystalloide aus zwei an ihrer Basis zu einem stumpfen Winkel miteinander vereinigten spitzen und kurzen Nadeln. Auch hier konnte ich zuweilen ein kleines Knöpfchen an der Verbindungsstelle wahrnehmen.

Ueber die Bedeutung dieser wohl ohne Zweifel der Amöbe eigenthümlichen und in ihr erzeugten Bildungen wage ich vorläufig eine eigene Meinung nicht zu äussern. Hierzu würde jedenfalls eine weitere genaue Beobachtung ihrer Entstehung und Schicksale, namentlich ihres Verhaltens in verschiedenen Lebens- und Ernährungsbedingungen etc. gehören.

Amoeba proteus gehört bekanntlich zu den einkernigen Amöben. Der Kern der ausgewachsenen resp. grösseren Formen ist verhältnissmässig gross, in der Regel rundlich, selten unregelmätsig gelappt, häufiger, wie er von mir früher schon und von Leidy neuerdings charakterisirt worden ist, becher- oder uhrglasförmig, indem, wie es scheint, die Wandung an einer Stelle mitsammt der Kernmembran gegen den Innenraum eingesunken ist. Eine solche dellenartige Vertiefung des Kernes kann sogar an zwei Seiten stattfinden. Der Innenraum des Kernes ist im ausgebildeten Zustande ganz erfüllt mit feinen, stark chromatischen Körnern, die bei den grösseren Amöben auch an Grösse

Digitized by Google

zunehmen und Keimkörnern ähnlich werden, wie bei Amoeba terricola, Amphizonella violacea und vielen monothalamen Rhizopoden etc. Ein paarmal fand ich in einer grossen Amoeba proteus statt des einen Kernes deren zwei, dicht aneinanderliegend und in Grösse, Form und sonstigen Charakteren untereinander und mit dem Kern der einkernigen Amoeba proteus vollkommen übereinstimmend. Die beiden Kerne waren also, wie man wohl annehmen darf, durch Theilung des ursprünglich einfachen Kernes entstanden, in welcher Meinung ich noch dadurch bestärkt werde, dass ich auch circuläre Einschnürungen des einen Kernes einer Amöbe beobachtete, ohne dass ich indessen den Prozess weiter verfolgen könnte.

In Anderen traf ich neben dem einen grossen, granulären Kern eine grosse Anzahl sehr kleiner hyaliner Kerne mit einem dunkleren Nucleolus. Und diesen Zustand möchte ich, und in Übereinstimmung mit dem früher mitgetheilten entsprechenden Befunde an Amoeba terricola, direkt an den obigen zweikernigen Zustand anschliessen, unter der Annahme, dass bloss einer der beiden grossen Kerne in den vielkernigen Zustand übergegangen sei, während an dem anderen sich keine Weiterentwickelung in jener Richtung vollzogen habe.

In noch anderen, ebenfalls grossen und lebenden Exemplaren fehlte der grosse Nucleus vollständig und statt seiner fand ich eine grosse Zahl kleiner runder Kerne, bestehend aus einer Membran, die einen hyalinen Inhalt mit centralem dunklem, intensiv färbbarem, kleinem Nucleolus umschloss. Es war mir nicht möglich im Uebrigen einen Unterschied zwischen jenen einkernigen und diesen vielkernigen Amöben zu constatiren. Beide machten völlig den Eindruck der typischen Amoeba proteus.

Weitere Beobachtungen in dieser Richtung an Amoeba proteus betreffen zunächst zwei sich nicht mehr bewegende und wie mir schien, abgestorbene Amöben. In der einen, die vielleicht einen Anschluss an den oben mitgetheilten Fall erlaubt, war ein grosser, granulärer Nucleus vorhanden, und zahl-

Digitized by Google

lose, sehr kleine, zarte, hyaline Nuclei, viel kleiner als in dem erwähnten Falle, aber auch mit einem kleinen dunklen Nucleolus. Die andere sehr grosse Amöbe schien ebenfalls völlig abgestorben. Das hyaline Aussenplasma umgab, gleich einer Cyste, das Innenplasma, das zusammengezogen und in zwei grosse körnige Ballen getheilt war, beide ganz angefüllt mit grösseren kernartigen Körpern, die durch ihren Glanz und ihre scharfe Conturirung sich wesentlich von den kleinen hellen Kernen sowohl der lebenden als der abgestorbenen Amöben unterschieden und den Eindruck von sporenartigen Körpern machten. Eine kapselartige Membran umschloss einen hyalinen, mit spärlichen, feinen Körnchen durchsetzten Inhalt, in dem ein dunklerer, granulärer, rundlicher oder unregelmässig geformter Körper lag.

Sodann habe ich eine Anzahl kleiner Amöben beobachet, die mir den Eindruck der Zugehörigkeit zu Amoeba proteus machten, alle einkernig aber mit, von denen der grossen Amöben, sehr verschieden gestalteten Kernen. In den kleinsten Formen war der Kern am einfachsten, rundlich, von einer deutlichen Membran umschlossen und mit einem völlig hyalinen Inhalt (Kernsaft), in dem ein rundlicher, das Licht stärker brechender und leicht wolkig getrübter Nucleolus lag. In etwas grösseren Formen aber zeigte der Nucleus eine viel complizirtere Gestalt, die sich im Allgemeinen an die von Diplochlamys Leidyi oben beschriebene Kernform anschliesst. Gruber hat, wie ebenfalls bereits oben erwähnt, früher eine ähnliche Kernform, anfangs auch als von Amoeba proteus herrührend beschrieben, später aber erklärt, dass jene Amöbe nicht Amoeba proteus gewesen, sondern eine andere vielkernige Art repräsentire, der er den Namen Amoeba quinta zuertheilte. Der einfache Kern jener von mir beobachteten und nach meiner Meinung jungen Amoeba proteus war rund und zeigte im Leben eine deutliche Membran, auf diese folgte eine hyaline Schicht, dann ein Kranz von dunkeln Körnern, der den Nucleolus umgab. Dieser liess im Centrum ein glänzendes

Digitized by Google

Bläschen erkennen, um das sich in einiger Entfernung wiederum ein Kranz von feinen Körnchen zog.

Auch andere Forscher haben die Amoeba proteus (princeps) als ein- und als vielkernig beschrieben, so namentlich Bütschli, der sogar alle Übergangsstufen von der vielkernigen zur einkernigen beobachtet zu haben erklärt[1]). Gruber aber hat in seiner vorzüglichen Arbeit über die Süsswasser-Amöben[2]) die einkernigen Formen von den mehrkernigen scharf getrennt und nach den bisherigen Erfahrungen mit einem gewissen Rechte. Ich glaube aber, dass nach den oben angeführten und den von anderen Forschern gewonnenen, später ausführlicher zu berücksichtigenden Beobachtungen eine neue gründliche Untersuchung in dieser Richtung auch für unsere Amoeba proteus angezeigt ist, denn meiner Meinung nach stehen wir hier wiederum vor derselben Frage, wie bei Amoeba terricola, nämlich ob wir es rücksichtlich der einkernigen und mehrkernigen Formen mit verschiedenen Arten, oder, wie mir auch hier zweifellos erscheint, mit verschiedenen Entwickelungsstadien einer und derselben Form, der Amoeba proteus zu thun haben, und ferner, ob die mehrkernige aus der einkernigen Amöbe hervorgehe und in dem, wie ich sicher glaube, bejahenden Falle, wie dieser Prozess sich vollziehe und welches das weitere Schicksal der vielkernigen Amöben, resp. ihrer aus dem einfachen Kerne erzeugten vielen Keimkerne sei, und endlich, ob auch hier wieder parasitische Bildungen eine Rolle spielen.

Das Plasma der Amoeba proteus ist leichtflüssig, doch läuft bei ihren Bewegungen fast stets deutlich eine hyaline Aussenzone voraus, in die dann das körnige Innenplasma eindringt. Dieses letztere ist sehr stark vacuolenhaltig, ja, wie ich häufig mit Bestimmtheit sah, fast völlig blasig oder alveolär, wie bei Pelomyxa. Die Vacuolen aber sind sehr

1) O. Bütschli, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle etc. S. 165.

2) A. Gruber, Studien über Amöben, Zeitschr. f. wiss. Zoolog. 1885, Bd. 40, S. 186.

Digitized by Google

zart und zum Theil sehr klein, so dass die blasige Struktur des Innen-Plasma's erst bei stärkerer Vergrösserung und genügender Compression deutlich hervortritt. Die contractile Vacuole verhält sich in ihrer Thätigkeit ähnlich wie die der Amoeba terricola. Nach der Contraction erscheinen viele kleine Bläschen, die allmählich zusammenfliessend grösser werden und schliesslich sich zu einer grossen vereinigen.

2. Dinamoeba mirabilis, Leidy.

Unter den von mir beobachteten mannigfachen Formen von Süsswasser-Amöben, über die ich mir spätere Mittheilungen vorbehalte, möchte ich jetzt nur einer erwähnen, die ein besonderes Interesse bietet und ausserdem bisher bloss, so viel mir bekannt, unter dem obigen Namen durch Leidy aus Nord-Amerika bekannt geworden ist. Am meisten Übereinstimmung zeigt die Dinamöba mit der von E. Schulze beschriebenen Magistamoeba aspera, namentlich in Rücksicht auf die charakteristische kurzborsten- oder stäbchenförmige äussere Bekleidung des Körpers und der Pseudopodien. Aber die Mastigamöba ist durch den Besitz einer langen Geissel von jener getrennt. Leidy hebt diesen Unterschied selbst hervor und hat nach seiner Mittheilung bei der Untersuchung hierauf ein besonderes Augenmerk gerichtet, so dass eine Identität beider Formen wohl ausgeschlossen ist.

Auch mit Dactylosphaerium vitreum von R. Hertwig und Lesser zeigt die Dinamoeba eine gewisse äussere Verwandtschaft, aber die beiden Verfasser beschreiben die Bekleidung der Körperoberfläche als einen »Besatz kleiner Protoplasmazöttchen« die »den Zottenanhängen der Amöben sehr ähnlich sehen.«

Ich selbst habe die Dinamoeba mirabilis schon vor ungefähr zwanzig Jahren in Bonn, aus einem jenseits des Rheins in der Nähe des Dorfes Limpricht gelegenen sumpfartigen Wasserbecken stammend, beobachtet und die oben erwähnte sehr seltsame Bekleidung der Körperoberfläche und der der Pseudopodien genau so erkannt, wie sie E. Schulze von seiner Mastigamoeba und

Digitized by Google

Leidy von Dinamoeba beschreibt. Ich wüsste dieselbe in der That auch nicht besser, als wie E. Schulze, mit einem dichten Bakterien-Überzug zu vergleichen. Der Körper der von mir beobachteten Form war kugelig, hatte einen Durchmesser von ungefähr 0,08 Mm. und bestand aus einer schmalen, hyalinen und farblosen Aussenzone und dem davon fast scharf abgegrenzten, braun gefärbten, undurchsichtigen Innen-Plasma, erfüllt mit dunkelglänzenden, ziemlich groben Körnern und braunen, grösseren und kleineren Pigmentbläschen. Von der Oberfläche traten mit verhältnissmässig breiter Basis die fingerförmigen nach aussen sich meist zuspitzenden Pseudopodien hervor, die alle den eigenthümlichen Borstenbesatz aufs deutlichste zeigten. Ich glaube, dass, wenn eine Geissel vorhanden gewesen wäre, sie mir, da ich das Objekt ziemlich genau betrachtet habe, nicht entgangen wäre. Nach Anwendung einigen Deckglasdruckes, um eine Einsicht in das dunkele Innere zu erlangen, traten auf der Oberfläche grosse kugelige oder birnförmige Plasmablasen hervor, die alle das merkwürdige Phänomen des Stäbchenbesatzes zeigten. Nucleus und contractile Blasen habe ich nicht mit Deutlichkeit gesehen, dahingegen kann ich in einer Richtung die schon sehr ausgedehnten Darstellungen, die Leidy gerade dieser Form gewidmet hat, erweitern, da ich damals auch einen, wie ich denke, Theilungszustand beobachtete: eine deutliche, mittlere, circuläre Einschnürung, wodurch das ganze Objekt in die Länge gezogen war und in dieser Längsrichtung 0,11 Mm. mass, abgesehen von den Pseudopodien, die von beiden Hälften nach verschiedenen Richtungen äusserst zahlreich hervortraten. Bis zur vollständigen Theilung habe ich die Dinamoeba nicht beobachten können, es bleibt desshalb immerhin die Möglichkeit, dass statt eines Theilungs- ein Conjugationszustand vorlag. Vor einigen Jahren habe ich die Dinamoeba auch hier in Marburg gesehen, ohne ihr indessen damals eine genauere Beachtung zuwenden zu können. Jedenfalls scheint dieselbe einen bei uns verhältnissmässig selten vorkommenden Rhizopoden darzustellen, während sie nach Leidy in Nordamerika sehr häufig ist.

Digitized by Google

3. Actinosphaerium Eichhornii, (Ehrenberg).

Vor einiger Zeit habe ich noch einmal die Encystirung des in einigen Wasserbecken und Gräben der Umgebung von Marburg ziemlich häufigen Actinosphaerium Eichhornii an zahlreichen Exemplaren beobachtet und im Allgemeinen die hierüber früher gewonnenen Beobachtungen[1]) bestätigen, nach einigen Seiten auch etwas erweitern können. Zunächst habe ich wiederum mit völliger Sicherheit fesstellen können, dass jede fertig encystirte Keimkugel mit einer doppelten continuirlichen Kieselkapsel umgeben ist, einer äusseren gefensterten und einer inneren äusserst zarten, faltbaren Kieselhaut, an der eine besondere Struktur nicht wahrnehmbar ist. Nach Kochen in concentrirter Schwefelsäure erweist sich die äussere Kieselkapsel als zusammengesetzt aus unregelmässigen, rundlichen, ovalen oder stäbchenförmigen etc. Stücken, die, ein unregelmässiges Mosaik bildend, zu einer continuirlichen Kieselhaut miteinander verkittet sind, sich aber zuweilen auch nach jener Behandlung von einander lösen und frei umherschwimmen. Die einzelnen Stücke scheinen dann aus einem Kieselrahmen zu bestehen, in welchem eine sehr zarte Kieselmembran (Fenster) ausgespannt ist, die das Licht in eigenthümlich röthlichem Scheine bricht. Die innere Kapsel erscheint völlig strukturlos und allseitig glatt und geschlossen.

Jede von der Cyste eingeschlossene Kugel enhält, wie mehrfach beobachtet worden, anfänglich nur einen Kern, der aus dem dunkelkörnigen Plasma meist als heller centraler Fleck hervorschimmert. Beim Zerdrücken der Kugel fliesst der dunkelkörnige Inhalt[2]) aus, und es gelingt bei dieser Gelegenheit auch zuweilen, des Kernes ansichtig zu werden: eine kapselartige

1) Sitzungsberichte der Ges. z. Bef. der ges. Naturw. zu Marburg 1873 S. 61. (Sitzung vom 19. November 1873).

Auch abgedruckt in: Arch. f. mikr. Anat. XIV. 1877. S. 167.

2) Das Plasma der Keimkugeln ist ganz angefüllt mit groben dunkelglänzenden Körnchen, die aber in einer äusserst feinkörnigen Masse liegen und beim Hervortreten sich tänzelnd in dieser bewegen.

Digitized by Google

Membran umschliesst einen mit feinen Körnchen durchsetzten hellen Inhalt, in dem in der Regel, wie bereits E. Schulze und Andere beobachteten, ein einfacher dunkler Kernkörper liegt. Zuweilen aber fand ich statt des einen Kernkörperchens deren mehrere kleine.

Die von der gemeinschaftlichen Gallertcyste umschlossenen „Keimkugeln" fand auch ich, wie E. Schulze, nicht immer kugelig, sondern durch die Aneinanderlagerung häufig abgeplattet und sechseckig. Doch ist zu beachten, dass diese Abplattung in der Regel bloss die Cyste betrifft, während die eingeschlossene Keimzelle mehr oder minder kugelig erscheint. Häufig zeigten die Cysten eine leicht gelbliche Färbung.

Ich hatte früher in den Keimkugeln mehrere Kerne beobachtet und desshalb die Meinung ausgesprochen, dass bereits innerhalb der Cyste das junge Actinosphaerium sich bilde. Seitdem sind von E. Schulze[1]) und Brandt[2]) aus Culturen encystirter Keimkugeln junge Actinosphaerien direkt erzogen worden, die nach dem Austreten aus ihren Cysten, nach Schulze ein oder mehrere, nach Brandt stets mehrere Kerne in der Markschicht enthielten.

Um in den Entwickelungsgang von der einkernigen Keimkugel bis zum mehrkernigen jungen Actinosphaerium innerhalb der Cyste auch meinerseits weitere Einsicht zu erlangen, sammelte ich im August eine grössere Anzahl von encystirten Actinosphaerien, d. h. den von ihren gemeinschaftlichen Gallerthüllen eingeschlossenen Keimkugelhaufen und hielt dieselben unter zeitweiser Beobachtung in einem, in nicht geheiztem Zimmer aufgestellten, kleinen Behälter.

Nach Verlauf von ca. 3 Monaten traten, nachdem der Inhalt von der Innenwand der Cyste etwas zurückgetreten war, an der Peripherie einiger Kugeln helle kleine Räume auf, anfangs wenige, später mehr und schliesslich ward bei einigen ein mehr oder minder zusammenhängender Kranz von subperipheren

1) Arch. f. mikr. An. X. S. 346.

2) Ueber Actinosphaerium Eichhornii S. 45.

Digitized by Google

Vacuolen sichtbar, so dass also hiernach, wie dieses auch von Brandt beobachtet wurde, schon innerhalb der Cyste eine Sonderung in eine helle alveoläre Aussen- und körnige Innenschicht sich vollzieht.

Nach 4—5 Monaten fand ich schon viele Cysten leer, andere noch mit ihren Kugeln. Zum Theil waren die leeren Cysten aus der gemeinschaftlichen Gallert-Cyste ausgetreten, theils lagen sie noch in dieser zusammen mit anderen gefüllten Cysten. Es gelang mir einzelne leere Cysten aufzufangen und isolirt zu prüfen und an einigen dieser bot sich ein merkwürdiger Anblick, den ich nicht besser, als mit dem eines sehr zierlichen, geöffneten Deckelkörbchens vergleichen kann. Von der Cyste hatte sich, offenbar beim Ausschlüpfen des jungen Actinosphaerium aus seinem Gehäuse ein runder, tellerartiger Deckel abgehoben, der weit geöffnet an einer Seite noch mit der Cyste verbunden war. Beim weiteren Suchen fand ich noch andere, leere und geöffnete Cysten mit und ohne Deckel, dann auch junge, eben ausgekrochene Actinosphaerien und schliesslich solche, die im Begriff waren, aus der geöffneten Cyste hervorzutreten, ein paarmal sogar junge Actinosphaerien, die, vollständig ausgeschlüpft, die ihnen anhängende Schale noch mit sich umhertrugen. Die jungen Actinosphaerien zeigten eine periphere hellere, vacuoläre Schicht, die zuweilen wie ein einfacher, regelmässiger Vacuolen-Ring die breitere dunkelkörnige Innenschicht umgab. Von der Oberfläcke streckten sich bald feine und ziemlich zahlreiche Pseudopodien aus, in denen ich anfangs einen Axenfaden nicht bemerken konnte. Das Innenplasma enthielt stets mehrere Kerne. Einige dieser jungen Actinosphaerien konnte ich isoliren und färben und auch hierdurch mit Sicherheit den mehrkernigen Zustand derselben feststellen. In einem derselben zählte ich 12 Kerne, insofern ein merkwürdiger Befund, als diese Zahl, wie ich sehe, genau mit der von Brandt, an einem eben aus der Cyste ausgetretenen und zerdrückten Actinosphaerium, beobachteten Kernzahl übereinstimmt.

Die Weiterentwickelung des jungen, frei gewordenen Acti-

Digitized by Google

nosphaerium besteht darin, dass das Plasma sich immer mehr aufhellt durch Vergrösserung einiger Vacuolen oder oft nur einer einzigen, die dann den grössten Theil des Körpers einnimmt. Im Allgemeinen wird die körnige Markschicht mehr eingeengt und dadurch auch eine sehr unregelmässige Sonderung zwischen dieser und der Vacuolenschicht erzeugt. Statt der anfänglichen, zahlreichen, feinen Pseudopodien werden nun wenige stärkere oder zuweilen nur ein einziges langes Pseudopodium hervorgestreckt, in denen jetzt auch das Axengebilde deutlich erkannt wird.

Schon bei meinen früheren Untersuchungen hatte ich äusserst kleine, helle Actinosphaerien beobachtet, von 0,06—0,09 mm Durchmesser, zum Theil also noch kleiner als die aus den Cysten ausgetretenen, meistens 0,08 mm oder mehr messenden, jungen Actinosphaerien. Sie bestanden häufig nur aus einer grossen und wenigen kleineren Vacuolen, in deren Zwischenräumen wenig körniges Plasma mit den ebenfalls in geringer Zahl vorhandenen Kernen sich befand. Entweder sah ich kein Pseudopodium oder ein einziges ausgestreckt oder sehr wenige. Diese Objekte machten völlig den Eindruck wie diejenigen kleinsten Actinosphaerien — Ballen, die ich früher durch künstliche Theilung resp. durch Zerdrücken eines grossen Exemplars erhalten hatte.[1])

Ich habe diese kleinsten Actinosphaerien auch später wiederum mehrmals im Wasser gefunden und kann kaum glauben, dass dieselben die direkten Abkömmlinge der jungen aus ihren Cysten ausgetretene Actinosphaerien, sondern vermuthe, dass sie Produkte einer Theilung sind, die sich entweder schon bald nach ihrem Austritt aus den Cysten an den jungen Actinosphaerien oder durch Abtrennung kleiner kernhaltiger Theile von grösseren ausgewachsenen Exemplaren vollzogen hat, ein Vorgang, der mit

---

1) Ueber Actinophrys Eichhornii und einen neuen Süsswasser-Rhizopoden besonders in Rücksicht auf Theilbarkeit derselben resp. Vermehrung durch künstliche Theilung. Archiv f. mikr. Anat. 1867, Bd. III. 396.

Digitized by Google

mit dem der Erzeugung kleiner und kleinster Actinosphaerien durch künstliche Theilung resp. durch Sprengung eines grösseren Exemplars eine gewisse Analogie zeigt.[1])

In meiner früheren Mittheilung über die Encystirung des Actinosphaerium findet sich die Angabe, dass erst nach der Theilung und Wiederverschmelzung der Kugeln, die Keimkugel sich mit der Haupt-Kieselcyste umgebe, eine durch alle hierauf gerichteten Beobachtungen bestätigte Thatsache. Wie ich aber aus meinen damaligen Notizen und Zeichnungen sehe, habe ich, wie Brandt, auch innerhalb einer Hülle (nicht der eigentlichen Kieselcyste), jene beiden Prozesse sich vollziehen sehen, als auch ohne eine solche, so dass, wie es scheint, Beides vorkommen kann. Ich muss aber nach den, seitdem einigemale wiederholten Beobachtungen über die Encystirung des Actinosphaerium Brandt vollkommen Recht geben, dass in der Regel jene Prozesse sich innerhalb einer Hülle abspielen. Es ist dieses also wahrscheinlich die innere, nach meinen Untersuchungen ebenfalls verkieselnde Cyste. Wie die Folge der Verkieselung sich nun darstellt, ob zuerst die auch zuerst entstehende innere glatte oder die äussere gefensterte Hauptcyste verkieselt, habe ich bisher nicht untersucht.

Brandt beobachtete einigemale, dass ein sehr kleines Actinosphaerium „nach vorübergehender Halbirung als ganzes sich encystirt". Ich kann diese Beobachtung bestätigen und dahin erweitern, dass dieser Encystirungsmodus nicht bloss bei kleinen, sondern auch bei grossen Actinosphaerien vorkommen kann. Ich habe schon bei meinen ersten Untersuchungen diese isolirte Encystirung von Anfang bis zum Abschluss, d. h. bis zur Bildung einer Kieselcyste an einem grossen Actinosphaerium sich vollziehen sehen, muss aber hinzufügen, dass ich die einzelne Stadien nicht, und namentlich die Art und Weise der Theilung und Wiederverschmelzung, in diesem Falle aufge-

1) Schon früher habe ich mehrfach Theilungen in zwei oder mehr Individuen von sehr ungleicher Grösse beobachtet. (Sitzungsberichte der niederrheinisch. Gesellsch. f. Natur- und Heilkunde in Bonn 1871).

Digitized by Google

zeichnet habe. Das Endstadium aber, die isolirte encystirte Keimkugel, war, nach der vor mir liegenden Zeichnung, von einer dicken kugeligen Gallertschicht und von einer, ebenfalls besonders starken (namentlich viel stärkeren, als die der gewöhnlichen kleinen Keimkugeln) und gelb gefärbten Kieselcyste umschlossen. Die Keimkugel war so gross, dass nach den gewöhnlichen Erfahrungen man 6 bis 10 Kugeln hätten erwarten können. Jedenfalls scheint diese isolirte Encystirung zu den seltenen Ausnahmen zu gehören. Ueber die Bedeutung derselben vermag ich keine Ansicht zu äussern, da ich eine nähere Untersuchung des betreffenden Objektes, namentlich der für die Beurtheilung wichtigen Kern-Verhältnisse nicht ausführen konnte. Darin stimme ich aber Brandt vollkommen bei, dass das direkte Ziel der ganzen Encystirung nicht die Vermehrung der Individuen, sondern die Regeneration derselben ist, ein Akt der Befruchtung mit nachfolgendem Stadium der Ruhe, aus denen neue Lebens- und namentlich neue Theilungskraft geschöpft wird. Die Theilung aber stellt nach unseren bisherigen Erfahrungen den einzigen Modus der Fortpflanzung des Actinosphaerium Eichhornii dar.

Im Jahre 1871 sah ich aus einem längere Zeit isolirt gehaltenen und schliesslich abgestorbenen Actinosphaerium eine Anzahl kleiner Amöben hervorkriechen, die sich dann in Flagellaten verwandelten und habe hieraus eine wahrscheinliche Embryonenbildung aus den Kernen des Actinosphaerium geschlossen. Später ist diese Beobachtung von Brandt bestätigt worden, der aber jene Organismen für Parasiten des Actinosphaerium hält. Ich zweifle auch meinerseits nicht an ihrer parisitären Natur, habe aber auch, worauf ich, irrthümlicher Darstellung gegenüber, ausdrücklich hinweisen möchte, dieselben niemals für Embryonen des Actinosphaerium erklärt, sondern nur eine hierauf gerichtete Vermuthung ausgesprochen. Am Schlusse der meinen Vortrag über jene Beobachtung referirenden Mittheilung heisst es wörtlich: „Der Vortragende wagt vor der Hand nicht zu entscheiden, ob diese Vorgänge in der That

Digitized by Google

in den Entwickelungskreis von Actinophrys Eichhornii gehören. Immerhin aber bietet diese Beobachtung der Metamorphose einer echten Amöbe in ein Flagellat einiges Interesse.“ [1])

Die contractilen Räume von Actinosphaerium Eichhornii sind, namentlich seit den interessanten Mittheilungen Zenker's,[2]) nach welchen jedesmal bei der Contraction der Blase, und zwar „vor der Systole“, ein Riss resp. eine Oeffnung in der Blasenwand zur Entleerung der Flüssigkeit nach aussen eintrete, mehrmals Gegenstand genauer Untersuchung gewesen. Einige Forscher konnten die Beobachtung Zenker's bestätigen, anderen gelang dieses nicht. Ich habe mich auch meinerseits nach wiederholter genauer Prüfung nicht mit Sicherheit davon überzeugen können, dass bei der Contraction in der That eine Oeffnung zur Entleerung der Flüssigkeit nach aussen entsteht. Die Bewegungen der contractilen Räume des Actinosphaerium Eichhornii scheinen nach Zeit, Ort und nach Modus der Contraction und Expansion sehr unregelmässig vor sich zu gehen. Bald folgen dieselben ziemlich rasch auf einander, bald kann man lange, nach meiner Erfahrung bis zu einer halben Stunde und darüber, warten, ohne, oder nur schwache, gewissermassen versuchsweise ausgeführte Bewegungen wahrzunehmen. Bald contrahirt sich auch eine Blase vollständig und rasch, bald langsam und etappenweise. Es scheint auch, dass der Deckglasdruck alterirend auf die Bewegungen wirkt gegenüber den frei im Wassertropfen befindlichen. Einige Wahrnehmungen, die ich aufgezeichnet, mögen hier Mittheilung finden, ohne dass ich ihnen besondere Bedeutung beilegen möchte.

Bei der völligen und raschen Contraction entstand an Stelle der vorher (im Profil gesehen) halbkugelig an der Peripherie vorspringenden Blase eine mehr oder minder von Falten durch-

1) Sitzungsberichte d. niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde in Bonn. Sitzung v. 9. Jan. 1871. S. 7.

2) Beiträge zur Naturgeschichte der Infusorien, Archiv f. mikr. Anat. II. 1866. S. 332.

Digitized by Google

kreuzte Vertiefung. Der Collapsus der Blase wirkte auf die Umgebung in eigenthümlicher Weise. Die sie umstehenden Pseudopodien neigten sich plötzlich, indem ihre Spitzen sich einander näherten und gleichzeitig wurde an der Basis derselben das körnige Plasma an den Axengebilden in unregelmässigen Knoten nach aussen geschoben. Langsam dehnte sich nun die Blase wieder aus, um sich dann nach Verlauf von ca. 3 Minuten wieder zu contrahiren, aber nun merkwürdigerweise nur bis etwa zur Hälfte. Die noch vorstehende Blase füllte sich dann zunächst wieder vollständig um nach Verlauf von nicht ganz einer Minute abermals und nun vollständig sich zu contrahiren. Eine andere Beobachtung ergab folgendes: Eine prall gefüllte und ebenfalls im Profil an der Peripherie des Actinosphaerium sich darstellende Blase contrahirte sich zum Theil, um sich dann wieder aber nicht vollständig auszudehnen, dann erfolgten noch fünf (also im Ganzen sechs) ähnliche Ausdehnungen und Zusammenziehungen, die letzteren immer tiefer greifend, erst bei der letzten Contraction collabirte die Blase vollständig. Diese sechs Contractionen und Dilatationen verliefen in einem Zeitraume von fünf Minuten. Dann beobachtete ich noch weitere fünf Minuten dieselbe Stelle, ohne irgend ein Anzeichen des Auftretens der Blase zu bemerken. In anderen Fällen wiederum erfolgt vollständige Contration und Dilatation in wenigen Minuten aufeinander. Die Blase sinkt dabei entweder, wie in dem obigen Falle, nach der Mitte zu faltig ein, oder man erhält den Eindruck, als ob sie von einer Seite gewissermassen fortgestrichen würde.

Vielleicht gelingt es nach eingehender und vielseitiger Beobachtung eine bessere Einsicht in den Mechanismus und die Ordnung des merkwürdigen Phänomens zu gewinnen.

4. Actinophrys sol, Ehrenb.

Cienkowski, dem wir die erste Kenntniss der Encystirung des Actinosphärium Eichhornii verdanken, hat uns auch gleichzeitig mit derjenigen der verwandten kleineren

Digitized by Google

Heliozoe, der Actinophrys sol, bekannt gemacht.[1]) Der Prozess verläuft nach ihm in ähnlicher Weise wie bei der Ersteren führt aber durch Zweitheilung zur Bildung von nur zwei Keimkugeln.

Im verflossenen Winter (1887/88) fand ich in einem meiner Gläser eine sehr reiche Bevölkerung von, gegen ihr sonstiges Auftreten, im Allgemeinen kleinen Individuen der Actinophrys sol. Neben diesen traf ich auch auf eine sehr grosse Anzahl von Cysten, die in fast allen Charakteren sehr kleinen Actinosphaerium-Cysten glichen, eine verhältnissmässig breite Gallertschicht umgab einen Haufen von kleinen, dunklen oder noch häufiger dunkel-grau-braunen bis olivenfarbigen Kugeln. Fast stets lagen mehr als zwei Kügelchen in einer Cyste, meistentheils 4 oder 6. Wenngleich ich den Encystirungsprozess selbst nicht habe beobachten können, da derselbe wahrscheinlich zum Theil schon abgelaufen und die Einzel-Individuen junge aus den Cysten schon ausgetretene Actinophryen waren, so kann ich doch nicht zweifeln, dass die gefundenen Cysten in der That von Actinophrys sol abstammen, einerseits wegen der merkwürdigen Aehnlichkeit derselben mit den Actinosphaerium-Cysten und andererseits und namentlich wegen der Uebereinstimmung dieser Cysten und ihrer Kugeln mit den von Cienkowski beachteten und endlich auch wegen des gleichzeitigen massenhaften Vorkommens der nicht encystirten Actinophrys sol. Die einzelnen Keimkugeln waren von einer ziemlich dicken, fein gestrichelten oder höckerigen, vielleicht auch kieseligen, Kapsel umgeben. Wegen der ausserordentlichen Kleinheit der Kugeln gelang es mir, bei einigen Versuchen mit Schwefelsäure, nicht, hierüber Gewissheit zu erlangen, da die Objekte meinem Gesichtskreis entschwanden. Die Keimkugeln zeigten bei Druck meistens einen aus dem dunkelkörnigen Innenplasma hervorleuchtenden hellen Fleck (Nucleus). In einer Cyste indessen, die vier eingekapselte Kugeln enthielt, machte ich ausserdem eine sehr merkwürdige

1) Beiträge zur Kenntniss der Monaden, Arch. f. mikr. Anat. Bd. I. 1865. S. 227.

Digitized by Google

Beobachtung. Zwei der Kugeln zeigten den Charakter einfacher Keimkugeln mit dem erwähnten hellen Fleck, die beiden anderen aber eine ganz zweifellose Dreitheilung. Ein dreistrahliger von der Mitte nach der Innenwand der Kapsel gehender Spalt trennte die drei mit abgeplatteten Flächen gegeneinander gelagerten Kugelsegmente. In der einen Kapsel waren die drei Segmente ungefähr gleich gross, in den anderen zwei, während eins etwas kleiner erschien. Die Wiederverschmelzung der drei Segmente jeder Cyste habe ich nicht geschen, vielleicht weil das Objekt schon einem zu starken und anhaltenden Druck ausgesetzt war, aber ich glaube, dass wir angesichts der vorliegenden Beobachtung und im Rückblick auf Actinosphaerium nicht zu weit gehen mit der Annahme, dass sie unter normalem Verlauf hätte eintreten müssen, und dass wir hier also einen ganz analogen Fall der Entwickelung der Keimkugeln vor uns haben, als bei Actinosphaerium. Die inneren Vorgänge während der Encystirung sind allerdings in so fern andere, als bei Actinophrys, einer bekanntlich einkernigen Heliozoe, keine Reduktion der Kerne, sondern zunächst eine Vermehrung derselben stattfindet, an die sich dann aber wieder die Verschmelzung, die Befruchtung, schliesst.

Der central gelegene verhältnissmässig grosse Nucleus der Actinophrys sol ist schon mehrfach Gegenstand eingehender Untersuchung gewesen. Die Resultate derselben sind indessen verschieden ausgefallen. Grenacher sah ein central gelegenes kugeliges Bläschen mit einer körnigen, unregelmässig nach innen gebuchteten Rindenschicht und einem völlig klaren Binnenraum. Stein und namentlich Hertwig und Lesser erkennen in diesem Gebilde nur einen einfachen Kern mit Kernkörper. Ich selbst habe den Nucleus der Actinophroys sol mehrmals untersucht und folgendes gefunden: Bei kleinen Formen sah ich häufig, wie Hertwig und Lesser, einen centralen, von einer Membran umschlossenen Nucleus mit einem hyalinen Inhalt, der einen das Licht stärker brechenden Körper, Nucleolus, enthielt. Bei anderen aber erkannte ich deutlich, wie Gre-

Digitized by Google

nacher, unter der Membran eine nach innen unregelmässige Rindenschicht, die einen hyalinen Innenraum umschloss. Bei noch andern war diese Rindenschicht deutlich granulär, hin und wieder auch mit einem Fadennetz durchkreuzt, in welchem Körner suspendirt waren, und endlich erschien die ganze Kugel von Körnern erfüllt. Bei allmählich verstärktem, vorsichtigem Deckglasdruck gewinnt man in das Innere der lebenden Actinophrys, selbst für stärkere Immersionssysteme, einen vollkommen klaren Einblick und man erkennt dann die granuläre Beschaffenheit des Kernes oft aufs deutlichste, die nun auch nicht mit dem körnigen Plasma der Umgebung verwechselt werden kann, da gerade diese in einer ziemlich breiten, hellen, nicht vacuolären und feiner granulirten Zone besteht, als die, welche die Körner des Nucleus darstellt.[1]) Auf diese helle, folgt nach aussen eine schmale Zone grober und dunkelglänzender Körner und dann erst der vacuoläre Plasma-Körper. Durch diese Schichten bis auf den centralen Kern lassen sich die Axenfäden der Pseudopodien beim lebenden Thiere deutlich verfolgen.

Möglich, dass die oben berührten Verschiedenheiten des Nucleus in verschiedenen Entwickelungszuständen oder vielleicht auch in verschiedenen Arten der Actinophrys ihren Grund haben.

Mir liegt noch eine Reihe anderer Beobachtungen über die Heliozoen, mit deren Untersuchung ich mich in früheren Jahren, wie bekannt, eingehend beschäftigt habe, in dem Bestreben, eine auf Grund der äusseren Gestaltung, der Skeletbildung und anderer Charaktere vermuthete nähere Verwandtschaft mit den marinen Radiolarien zu ermitteln, vor. Ich hoffe, später diese Beobachtungen ihrem wesentlichen Interesse nach, zu gleicher Zeit eine Revision einiger früher gewonnenen anschliessend, mittheilen zu können und will hier nur in Rücksicht auf jene von mir früher angenommene und vielfach bestrittene Verwandtschaft der Heliozoen mit den Ra-

1) Einigemale schien es mir bei Einstellung auf die Oberfläche des Kernes als ob auch die Membran desselben regelmässig granulirt oder mit Poren durchsetzt (?) sei, eine Wahrnehmung, die möglicherweise auch auf Täuschung beruhen kann und die ich weiterer Prüfung anheimgebe

Digitized by Google

diolarien hervorheben, dass dieselbe, nachdem beide Gruppen nach verschiedenen Richtungen und auch in ihren Beziehungen zu einander genauer erforscht sind, nun doch als eine viel nähere erscheint, als man früher zugestehen konnte und als ich es auch selbst zu begründen vermochte, da mir damals die marinen Radiolorien aus eigener Anschauung nur wenig genau bekannt waren. Vor Allem scheint die Hauptscheidewand, die man zwischen beiden errichtet hatte, indem man die Heliozoen als einfache, einzellige im Süsswasser lebende Wesen von den complicirten mehrzelligen Radiolorien schied, nunmehr definitiv gefallen. Die Centralkapsel, die früher stets als ein höheres, mit dem Nucleus der Heliozoen nicht zu vergleichendes Gebilde in's Feld geführt wurde, stellt sich nun doch als diesem gleichwerthig heraus, die „gelben Zellen" entsprechen als parasitische Algen den grünen, ebenfalls parasitischen Algen der Acanthocysten etc. und was die Skeletbildungen, äussere Gestaltung, Plasma, Pseudopodien-Entwickelung etc. betrifft, so hat man deren Bedeutung für die verwandschaftlichen Beziehungen schon früher anerkannt. Einer der genauesten Kenner beider Gruppen, der Süsswasser-Heliozen und der marinen Radiolarien, der sich um die Erforschung ihrer Morphologie, ihrer Systematik und ihrer Beziehungen zu einander grosse Verdienste erworben hat, R. Hertwig, erklärt neuerdings die noch so mannigfaltigen Bildungen im Radiolarienkörper doch nur für „Differenzirungen, wie sie im Rahmen einer einzigen Zelle möglich sind", und ist geneigt, beide Gruppen in eine Klasse unter dem Namen der „Radiolaria" zu vereinigen.

Uebrigens sind die Heliozoen, wie ich hinzufügen möchte, dem Meere nicht ganz fremd. Stein beobachtete in der Ostsee die Actinophrys oculata, die möglicherweise mit A. sol identisch ist und E. Schulze auch in der Ostsee die Lithicolla globosa und Actinolophus pedunculatus, zwei ebenfalls wohl den Heliozoen anzuschliessende Rhizopoden. Ich selbst fand vor mehreren Jahren in Ostende in den dortigen Austernparks eine den Acanthcocysten nahe stehende und einige Actinophrysartige Heliozoen.

Digitized by Google

5. Cochlipodium vestitum.

Die oben genannte Monothalamie ward zuerst von Archer in Irland beobachtet und als ein Vertreter meines Genus Amphizonella unter dem Namen A. vestita eingeführt[1]), dann von R. Hertwig und Lesser von dieser wieder getrennt und der, von ihnen für die hierher gehörigen Rhizopoden aufgestellten, Gattung Cochliopodium als C. pilosum angeschlossen.[2]) Leidy, der diese Form ebenfalls, in Nordamerika beobachtete, hat ihr, und wie mir scheint, mit Grund, den Namen Cochliopodium vestitum zuertheilt und der anderen, schon von Auerbach als Amoeba bilimbosa, dann von Archer als Varietät seiner Amphizonella vestita und von Hertwig-Lesser sowie E. Schulze als Cochliopodium pellucidum genau beschriebenen Form, den Namen Cochliopodium bilimbosum[3]). Beide scheinen in ihren wesentlichen Charakteren mit einander übereinzustimmen und sich nur dadurch zu unterscheiden, dass die Schale der einen Art, nämlich von C. vestitum, mit feinen haarförmigen Borsten bekleidet und grüngefärbt ist, während die andere C. bilimbosum eine glatte Schale trägt und farblos ist.

Ich meinerseits habe hauptsächlich die erstere, nämlich Cochliopodium vestitum, beobachtet und zwar vor etwa zwanzig Jahren in Bonn, also da, wo Hertwig und Lesser die andere Art C. bilimbosum untersuchten, vielleicht habe ich, wie ich unten noch werde zu erwähnen haben, damals auch die andere Art gesehen. Leider habe ich die besondere Örtlichkeit des Vorkommens nicht aufgezeichnet, nach meiner Erinnerung aber fand ich auch diesen Rhizopoden, wie die oben besprochene Dinamoeba mirabilis bei dem in der Nähe von Bonn gelegenen Dorfe Limpricht in kleinen, von offenen Wiesen und Feldern umgebenen Gewässern. Die von mir beobachtete Form trug eine ziemlich dichte Bekleidung von feinen, haarförmigen

1) Quart. Journ. of mikr. Sc. 1871. XI. S. 112. 115.

2) Arch. f. mikr. An. 1874. X. Suppl. S. 78.

3) Fresh-Water Rhizopods. S. 184 ff.

Digitized by Google

Borsten, etwas länger als die von Archer und auch von Leidy angegebenen. Rücksichtlich der Gestaltsverhältnisse der Schale und des Austritts der Pseudopodien etc. stimme ich mit der auf Grund genauer Untersuchung des Cochliopodium gegebenen Darstellung von Hertwig und Lesser, E. Schulze und Leidy vollkommen überein. Es ist in der That nur eine Öffnung in der zarten, biegsamen Schale zum Austritt der Pseudopodien und zur Aufnahme der Nahrung etc. vorhanden, in der Ruhe spaltförmig und bald mehr oder minder geschlossen, bald klaffend, bei Bewegungen aber mit Pseudopodien-Entwickelung mehr oder minder weit geöffnet, aber durch Einbuchtungen, Lappen-Bildung u. dgl. einem mannigfachen und beständigen Gestaltswechsel unterworfen, ähnlich wie bei Amphizonella, Diplochlamys, Pseudochlamys u. a., bei welcher ersteren nach den obigen Ausführungen nun ebenfalls eine Schalenöffnung aufgefunden worden ist. Das Cochliopodium tritt hiernach der Amphizonella näher, als es nach der ursprünglichen Auffassung den Anschein hatte. Ueber die Struktur der Schale bin auch ich nicht vollständig ins Reine gekommen. Bei Anwendung starker Vergrösserung erkannte ich wie Hertwig-Lesser und E. Schulze auf dem optischen Durchschnitt deutlich, abwechselnd helle und dunkle Linien, die erstern schienen breiter, als die letzteren. Ob die dunkeln Linien aber Poren oder Stäbchen darstellen, habe ich nicht entscheiden können, nach dem damals erhaltenen Eindruck neigte ich mich der Meinung zu, dass dieselben feine Porenkanäle darstellten. Doch glaube ich mit Hertwig und Lesser sowie E. Schulze, dass wir bei der allgemeinen Uebereinstimmung der Schalenstruktur des Cochliopodium mit derjenigen von Arcella, sowie auch Pseudochlamys (siehe oben) am ehesten eine Stäbchen- oder Prismenstruktur anzunehmen haben.

Der Plasmakörper von Cochliopodium vestitum ist meistens intensiv grün gefärbt mit einem oder wenigen grösseren rothbraunen Farbstoffballen. Die grüne Farbe rührt von grünen Zellen her, die meist aus zwei, mit ihrer Concavität gegeneinander gerichteten, sichelförmigen Theilen bestehen. Bald erscheinen die Enden vollständig, bei mittlerer hyaliner Öffnung miteinander

Digitized by Google

verwachsen, bald liegen nur zwei Enden gegeneinander, während die beiden anderen von einander abstehen, bald endlich sieht man die kleinen grünen Sicheln auch isolirt. Vermuthlich haben wir es auch hier wieder mit parasitischen »symbiotischen« Algen zu thun, wie sie bei Acanthocystis und anderen Heliozoen, sowie Hydra etc. vorhanden. Der Nucleus ist verhältnissmässig gross und rund, eine deutliche Membran umschliesst einen hyalinen Raum, in dessen Mitte ein ebenfalls runder, dunklerer und compakter Nucleolus liegt, der zuweilen eine deutliche Granulation zeigt. Auch eine excentrisch gelegene contractile Blase habe ich erkannt.

Schon Hertwig und Lesser beobachteten Rhizopoden von viel geringerer Grösse, als die ihres Cochliopodium, mit einer Hülle, deren Struktur derjenigen der Schale des Letzteren entsprach, die indessen, ohne eine grössere Öffnung zu besitzen, von den austretenden Pseudopodien durchbohrt wurde. Sie erklären über die Zusammengehörigkeit beider Formen nicht entscheiden zu können. Auch Leidy hat kleinere, Cochliopodium-ähnliche Rhizopoden, darunter eine sehr kleine, noch schalenlose Form beobachtet und sie als kleine Individuen dem Cochliopodium angeschlossen.

Ich selbst habe damals mit Cochliopodium vestitum zusammen einen kleinen Rhizopoden beobachtet, den ich mit einiger Sicherheit als Jugendzustand Jenes betrachten darf. Der Körper mass kaum ein Dritttheil der grösseren Exemplare, war lebhaft grün gefärbt und von einer äusserst zarten Schale umgeben, die aber bei stärkerer Vergrösserung schon deutlich die erwähnte charakteristische Struktur zeigte. An dem Schalenumfang bemerkte ich sogar auch die sehr feine Borstenbekleidung und an einer Stelle traten die dünn-fingerförmigen und zugespitzten Pseudopodien nach aussen.

Ausserdem fand ich eine grössere Anzahl sehr kleiner amöbenartiger Organismen, bestehend aus hellen, leicht körnigem Plasma, das im Inneren einen grünen Körper (Zelle), von hyalinem Hof umschlossen, enthielt. Von dem Umfang streckten sich ganz ähnliche spitz-fingerförmige Pseudopodien

Digitized by Google

nach aussen, wie bei Cochliopodium. Der grüne Körper war durch den erwähnten hyalinen Hof und das gleichmässig im Innern vertheilte, mit Körnern durchsetzte Pigment verschieden von denen der Cochliopodien und erschien ähnlich einem grünen Kern in der Zelle, der auch die übrigen, möglicherweise vorhandenen Inhaltstheile verdeckte.

Einmal sah ich bei der Beobachtung eines grösseren Cochliopodium, das freilich, wie ich ausdrücklich bemerke, nach meiner damals aufgenommenen Skizze keine Borstenbekleidung trug, somit möglicherweise zu C. bilimbosum gehörte, aus der Schalenöffnung, also aus dem Inneren des Körpers einen sehr kleinen amöbenartigen Organismus direkt hervortreten. Ein hyaliner, durch spitze Pseudopodien gezackter Saum umgab einen, das Licht stärker brechenden, rundlichen Körper mit einigen dunkelglänzenden Körnern. Die Bewegungen des gezackten hyalinen Hofes waren lebhaft. Ich hielt das merkwürdige Objekt längere Zeit im Auge und nach einer halben Stunde erkannte ich auch einen kleinen bläschenartigen Kern in der dunkleren Innenschicht, natürlich ohne sagen zu können, ob derselbe erst dann aufgetreten resp. sichtbar geworden oder mir vorher entgangen war.

Ich kann selbstverständlich, sowohl rücksichtlich der obigen grünen als dieser farblosen kleinen Amöbe, nicht mit Bestimmtheit entscheiden, ob wir es hier mit jungen Cochliopodien oder mit parasitären Organismen zu thun haben. Bezüglich der Letzerwähnten Form bin ich indessen zu einer Annahme der Zusammengehörigkeit in der angedeuteten Richtung sehr geneigt, nicht bloss, weil dieselbe unter meinen Augen aus dem Thierkörper hervorgestossen ward, sondern auch wegen der bemerkenswerthen Uebereinstimmung derselben mit gewissen Zuständen der Bewegung und Ausbreitung des Plasmakörpers der Cochliopodien sowie auch derjenigen Form, die Leidy als junges schalenoses Cochliopodium darstellt.

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 4. Juli 1888.

In der ordentlichen Sitzung vom 6. Juli 1888 sprach Herr Professor Dr. Strahl

Über den Bau der Placenta.

In der Sitzung vom 18. März 1887 berichtete Lieberkühn über die Resultate von Untersuchungen, welche er an dem grünen Saum der Hundeplacenta angestellt hatte. Seine Objecte waren vorwiegend Placenten der späteren Entwicklungszeit, und konnte er damals als das wesentlichste Ergebniss seiner Beobachtungen mittheilen, dass es eine Umwandlung von mütterlichem Blute sei, die unter Betheiligung eigenthümlicher Blutkörperchen haltiger Zellen, deren Natur und Herkunft sich nicht feststellen liess, an dem Rande (bisweilen auch inmitten der Placenta) stattfindet und Veranlassung zu der Bildung des grünen Farbstoffes giebt.

Ich bin im Begriff diese Arbeit von Lieberkühn in ausführlicherer Darstellung herauszugeben, habe mich jedoch darauf nicht beschränkt, sondern versucht, die mannigfachen noch offenen Fragen durch eigene Untersuchungen zu vervollständigen; dabei habe ich mich vorwiegend mit jüngeren Entwicklungs-

Digitized by Google

stadien beschäftigt, in der Hoffnung, hierdurch Aufklärung über das erste Entstehen des Ringes und bei relativ einfacheren Bildern eine richtige Deutung der späteren sehr complicierten Formenverhältnisse zu erzielen.

Den ersten Anfang des Ringes finde ich bei der Untersuchung eines Uterus, der nur einen Embryo enthielt; dieser stimmte in der Entwicklung mit dem von Bischoff in seiner Entwicklung des Hundeeies Fig. 41 abgebildeten etwa überein, besass bereits eine ganz kleine blasenförmige Allantois, welche aber noch nicht mit der Wand des Uterus vereinigt war, sondern der serösen Hülle erst locker auflag. Die Ectoblastlage dieser war aber bereits fest mit der Uteruswand verklebt, nur die beiden Kuppen des tonnenförmigen Eies lagen frei im Uterus. An der Grenze zwischen den verschmolzenen und freien Theil war die erste Anlage des Saumes in Gestalt von kleinen baumförmig verzweigten Figuren kenntlich. Dieselben waren zum Theil grün gefärbt zum anderen lebhaft roth, und die Untersuchung an Durchschnitten ergab, dass sich an genannter Stelle ein kleines Extravasat von mütterlichem Blute befand. Dasselbe lag aber nicht in dem mütterlichen Gewebe, sondern zwischen den Eihäuten und dem hier sehr wohl erhaltenen Uterus-Epithel. Die Uterindrüsen sind zum Theil nach oben verschlossen, zum Theil offen und in letzteren Fällen reichte die Blutmasse bis tief in die Drüsen hinein.

Man findet dann auch hier und da Lücken in dem Epithel und in dieselben eingelagert Gefässe der Mutter, so dass man zu der Annahme kommt, es handle sich um die Stellen, an denen das Blut aus den mütterlichen Gefässen ausgetreten ist.

In der Extravasatmasse sind die Blutkörper der Mutter deutlich als solche zu erkennen, sie sind in ihrer Form noch wenig verändert.

Weiterhin sieht man an den Durchschnitten nun aber auch, dass die Ectoblastzellen der serösen Hülle dicht mit mütterlichen Blutkörperchen vollgepfropft sind. Es sind hier alle möglichen

Digitized by Google

Formen vorhanden, die Blutkörperchen sind zum Theil sehr wenig verändert, zum Theil in kleinere Partikel zerfallen, dann wieder in grössere Klumpen zusammengeballt.

Die makroskopisch sichtbare grüne Farbe rührt von kleinen unregelmässig geformten Stückchen einer sonst structurlosen saftgrünen Masse her, welche sowohl in dem Extravasat und zwar vorwiegend dicht an der serösen Hülle, als auch in den Ectoblastzellen selbst gelegen ist. Es würde demgemäss die Möglichkeit vorliegen, dass die Blutkörperchen von den Ectoblastzellen aufgenommen, in diesen zu dem grünen Farbstoff umgearbeitet und schliesslich wieder nach dem Extravasat abgegeben werden; oder aber, es könnte der Farbstoff sich bereits in dem Extravasat bilden und dann ebenso wie die Blutkörperchen von den fötalen Zellen aufgenommen werden; die Präparate lassen beide Erklärungen zu.

Präparate, welche von etwas jüngeren Entwicklungsstadien genommen wurden, in denen von einem Ring noch nichts wahrzunehmen war, lehrten, dass die Verwachsung des Ectoblast mit der Uteruswand an der Stelle, an welcher sich später der Ring anlegt, Eigenthümlichkeiten zeigt. Nach aussen von derselben liegt der Ectoblast lose auf der Uteruswand auf, einwärts im Bereich der späteren gürtelförmigen Placenta ist er in dieser Zeit bereits ziemlich vollständig mit dem Uterus vereinigt: an dem Placentarrand aber, wo sich später der Ring bildet, haftet der Ectoblast nur an einzelnen Stellen an der Uteruswand an, während er im übrigen etwas von derselben abgehoben erscheint; so entstehen kleine Hohlräume, in die hinein sich später das Blut ergiessen kann.

Damit ist im wesentlichen der Vorgang der Bildung des Ringes dargestellt; in den späteren Stadien nimmt die Extravasatmasse und zugleich die Bildung des grünen Farbstoffes nur erheblich zu, es lassen sich aber auch dann noch, sobald man nur die jüngeren Stadien kennt, die Lagen, welche dieselbe begrenzen, als Ectoblast und Uteruswand bestimmen.

Zugleich wird die Aufnahme der mütterlichen Blutkörper

Digitized by Google

aus dem Extravasat durch die Ectoblastzellen des Fötus immer deutlicher und reichlicher, so dass in mittleren Entwicklungsstadien auf grosse Strecken der Ectoblast, der den grünen Ring deckt, mit Blutkörpern erfüllt erscheint. Das Bild erinnert dann (innerhalb gewisser Grenzen) lebhaft an die mit Dotterkörnern erfüllten Entoblastzellen im Keimwulst meroblastischer Eier.

Ich habe dann fernerhin mein Material auch dazu verwandt, um den Bau der übrigen Theile der Placenta des Hundes zum Gegenstand einer genaueren Untersuchung zu machen. Dabei habe ich zunächst meine Aufmerksamkeit auf die erste Verbindung der serösen Hülle mit der Uteruswand gerichtet, einmal um ein eigenes Urtheil über den Werth der verschiedenen hier so schroff sich gegenüberstehenden Ansichten zu gewinnen, dann um vergleichen zu können, wie weit der Vorgang mit dem entsprechenden, den ich früher für das Kaninchen und den Maulwurf bereits untersucht und beschrieben habe (diese Sitzungsberichte Jan. 1888), übereinstimmt.

Es wurden daher die Embryonen zum Theil nicht aus dem Uterus herausgenommen, sondern im Zusammenhang mit diesem erhärtet und in Schnittserien zerlegt.

Bei Embryonen, deren Amnion eben im Schluss begriffen, aber noch nicht ganz geschlossen ist, findet man in dem unteren Theil des Eies die seröse Hülle mit dem Uterus bereits vereinigt; im Bereiche der Amnionfalten dagegen hat eine solche Verbindung noch nicht stattgefunden, steht aber unmittelbar bevor; an letzteren Stellen, die demgemäss besonders instruktiv sind, findet man die Mehrzahl der Uterindrüsen nach oben hin durch eine Lage von Epithelzellen verschlossen — also in ovale geschlossene Epithelblasen verwandelt — auf welche sich nach der freien Uterusfläche noch eine Bindegewebsschicht auflagert. Diese selbst erscheint durch eine sehr niedrige Zellschicht überlagert, welche man ohne besondere Anhaltspunkte eher für Bindegewebszellen halten könnte. Man müsste dann

Digitized by Google

allerdings, wie dies neuerdings Fleischmann für den Uterus des Fuchses beschreibt, annehmen, dass das Uterusepithel hier verloren gegangen sei.

Nun bleiben aber einige wenige der Drüsen auch in dieser Zeit noch nach oben hin offen. Diese Drüsen sind in der Tiefe von einem sehr wohl erhaltenen cylindrischen oder cubischen Epithel überzogen. In den oberen Theilen der Drüse wird dies Epithel dann sehr rasch niedrig, bleibt aber immer deutlich als solches kenntlich und bleibt 'es auch weiter, wo es in die freie Oberfläche des Uterus umbiegt. Man erkennt an solchen Präparaten, dass die Oberfläche des Uterus nicht von einer Bindegewebslage allein sondern auch von einem gut erhaltenen nur sehr niedrigen Epithel überzogen ist. An dieses lagert sich dann der nur leicht verdickte Ectoblast an; entweder Fläche an Fläche, da, wo die unterliegenden Drüsen nach oben verschlossen erscheinen, oder deren Mündung überbrückend, wie man an den wenigen Stellen findet, wo noch eine offene Drüse vorhanden war.

Es steht diese Darstellung demgemäss nicht in Einklang mit dem, was neuerdings Fleischmann für den Uterus des Fuchses und der Katze beschreibt, da hier nach Fleischmann der Ectoblast sich an frei liegendes Bindegewebe anlegen soll.

Jedenfalls wäre das oben Beschriebene sonst geeignet, eine Vermittelung der verschiedenen Ansichten herbeizuführen.

Es stimmt der Vorgang, wie ich ihn hier beim Hunde finde, auch in der Hauptsache mit dem überein, was ich früher für das Kaninchen und den Maulwurf beschrieben habe, wenn auch in den Einzelheiten die Bilder sehr von einander abweichen; bei allen 3 Thierformen kommt es zu einer Verlegnng entweder aller (Kaninchen) oder nahezu aller (Maulwurf, Hund) Drüsenöffnungen durch mütterliches Gewebe. Dieses kann entweder nur aus gewucherten Epithelzellen (Kaninchen) oder aus einer Bindegewebswucherung mit Epithelüberzug bestehen (Hund, Maulwurf). Aber es lagert sich der Ectoblast bei allen 3 Formen an das Uterusepithel oder an Zellen, die von diesem abstammen, an.

Digitized by Google

Die nach oben verschlossenen Drüsen beim Hund sind der Hauptsache nach die schon von Bischoff beobachteten kleinen Krypten, die neben langen Knäueldrüsen hier vorkommen, die auch Lieberkühn für den Uterus der brünstigen Hündin beschrieb und deren Vorhandensein Fleischmann ebenfalls anerkennt. Ausser diesen kommen dann auch die verhältnissmässig spärlichen Ausführungsgänge der Knäueldrüsen vor; von einzelnen der zur Anlagerungszeit des Ectoblast nach oben noch offenen Drüsen konnte ich mit Sicherheit feststellen, dass sie der letzteren Art angehören, ob alle, ist zweifelhaft.

In dem eben beschriebenen Stadium stellt die Allantois einen kleinen Wulst gerade hinter dem Schwanzende des Embryo dar. In dem nächstfolgenden ist das letztere bereits gedreht und die Allantois zu einer kleinen dickwandigen Blase geworden.

Das Amnion ist ganz geschlossen und von der serösen Hülle getrennt. Die letztere ist durchweg mit dem Uterus fest verbunden. Die Ectoblastlage ist nicht überall aber theilweise gegen die Uteruswand abgegrenzt, wo letzteres der Fall, als ziemlich dick erkennbar. Gegen die Eihöhle hin zeigt sie keine Ausbuchtungen.

Solche treten aber dann, wie dies auch die älteren Autoren schon beschreiben, alsbald auf; zuerst vereinzelt an der dem Embryo gegenüberliegenden Seite, dann, sehr rasch zunehmend und sich auf der ganzen Innenwand der serösen Hülle ausbreitend, bilden sich kleine Ausbuchtungen der serösen Hülle.

Zugleich lagert sich die Allantois an die Innenwand der serösen Hülle an; dabei macht sich eine Aenderung ihrer Wandstärke in den verschiedenen Abschnitten bemerklich; während die Wandungen des Bläschen vorher überall gleich stark erscheinen, wird jetzt die obere Wand lockerer im Gefüge als die untere. Es geschieht dies, indem dieselbe sich in ein Netzwerk von sternförmigen Zellen auflöst, dessen oberste Lagen überall in die Ausbuchtungen der serösen Hülle eindringen.

Anm. Ein ähnlicher Vorgang findet sich bei der Anlagerung der Allantois des Kaninchens an die seröse Hülle. Beim Kaninchen ist zu

Digitized by Google

dieser Zeit noch kaum eine Entoblasthöhle in der Allantois vorhanden; die Wand derselben besteht kurz vor der Anlagerung aus einem enggefügten Wulst von Mesoblastzellen; sobald die Verbindung mit der Wand der serösen Hülle beginnt, löst sich dieser Wulst in ein ganz loses Netzwerk von sternförmigen Zellen auf, welche sich an die Hautplatte der serösen Hülle anlegen. Bei talpa besitzt die Allantois von Anfang an einen grossen Hohlraum; die Wände der Blase sind annähernd gleich stark, und durch den Hohlraum ziehen sich ähnliche Septa, wie ich solche für die Allantois von lacerta früher beschrieben habe; sie dienen zum directen Uebergang von Blutgefässen aus der unteren an die obere Wand der Allantois. Ein Auflockern der Allantoiswand habe ich hier nicht bemerkt.

In denjenigen Theilen des Eisackes, an welchen noch keine Allantois vorhanden ist, senken sich Fortsätze der Dottersackswand zeitweilig ziemlich tief in die Ausbuchtungen der serösen Hülle ein.

Während dieser Zeit bildet sich dann auch die spongiöse Schicht der Drüsen völlig aus, welche, in den mittleren Abschnitten der Drüsenschicht liegend, einen oberen und einen tiefen Theil in dieser von einander trennt.

Von den 3 Schichten ist die obere diejenige, von welcher man um so weniger an den Präparaten noch späterhin erkennt, je weiter die Einwachsung der serösen Hülle in die Placenta vorschreitet, da mütterliche und fötale Theile sich hier sehr innig mit einander verbinden.

In den mittleren Entwicklungsstadien ist sogar eine Grenze zwischen fötalem und mütterlichem Gewebe zeitweilig nicht mit Sicherheit festzustellen. Sowohl die Zottengefässe wie die mütterlichen stellen lange schmale Gebilde dar, die durch dünne Septen mütterlichen und fötalen Epitheles von einander getrennt werden.

Jedoch verändern die Zotten in der späteren Zeit ihre Form und Grösse noch einmal sehr erheblich; in der zweiten Hälfte der Trächtigkeitszeit brechen dieselben nämlich, indem ihre Spitzen sich zu breiten stempelförmigen Gebilden entwickeln, in die mittlere Drüsenschicht hindurch; sie hängen dann

Digitized by Google

in die lumina der zu der spongiösen Schicht erweiterten Drüsentheile hinein. So ist das Verhalten auch in der letzten Zeit und indem zugleich eine Verdünnung und wahrscheinlich sogar eine Trennung der Theile des mütterlichen Gewebes in den Balken der Spongiosa eintritt, wird die Ablösung der Placenta langsam vorbereitet.

Anm Auch bei talpa sind in der späteren Zeit fötale und mütterliche Theile nicht von einander auf den Durchschnitten zu unterscheiden. Dennoch müssen sie von einander trennbar sein, da bei dem Wurf der mütterliche Theil der Placenta nicht mit ausgestossen wird, sondern im Uterus zurückbleibt (Lieberkühn). Das Vorhandensein und die Entwicklung der kleinen Bischoff'schen Krypten steht in Zusammenhang mit den Veränderungen der Uterinschleimhaut während der Brunst (Friedländer); eine Reihe von Uterispräparaten aus verschiedenen Zeiten nach der Brunst zeigen das allmähliche Verschwinden und Wiederkommen. Jedenfalls persistieren die Drüsen nicht nach dem ersten Auftreten, wie dies angegeben ist.

Endlich möchte ich über die Lage des Embryo im Uterus dem, was ich früher über talpa berichtete, zufügen, dass der Hund gewissermassen eine Mittelstellung zwischen dem Typus des Kaninchens, bei dem der Embryo an der mesometralen, und des Maulwurfes (und Igels nach Hubrecht), wo er an der freien Seite liegt, einnimmt. Ich finde hier Embryonen an der Seitenwand des Uterus, ferner auch seitlich an variabler Stelle die erste Anlagerung der Allantois an die Innenwand der serösen Hülle.

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 5. **November** **1888.**

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 30. November 1888 sprachen die Herren Ahlfeld und Weber

Ueber physiologische Athmungsbewegungen des Kindes im Uterus (mit Demonstrationen).

Herr Ahlfeld berichtete zunächst einleitend, wie er zur Beobachtung dieser Bewegungen gekommen sei. Er habe versucht. die Herztöne des Kindes durch die Bauchdecken graphisch wiedergeben zu wollen. Das sei auf keine Weise gelungen. Hingegen habe er auf dem Kymographion Bewegungen aufgezeichnet gefunden, die bisher nicht bekannt waren, nämlich rhythmische Bewegungen, die weder mit den mütterlichen noch mit den kindlichen Herzbewegungen zusammenfielen.

Herr Ahlfeld stellte nun kurz zusammen, welche Bewegungen beim Kinde intrauterin nachzuweisen waren. Dies sind Streckbewegungen, Schluck- und Saugbewegungen, ferner kurze, ziemlich rhythmisch, periodenweise auftretende Stösse, welche man bis jetzt noch für Extremitätenstösse ausgiebt, die aber sicher nicht von den Extremitäten ausgeführt werden, vielleicht als ganz kurze Streckbewegungen aufzufassen sind. Hierzu kommen nun diese von Ahlfeld neu beobachteten Bewegungen, die er als

Digitized by Google

fötale physiologische Athmungsbewegungen auffasst. Ueber diese Bewegungen berichtet nun eingehender Herr Weber:

Es wurden bei 54 Schwangeren Beobachtungen angestellt; bei 46 = 85 % fanden sich eigenthümliche, rhythmische, wiegende Bewegungen, die immer entsprechend der Rücken- und Steissgegend des Fötus am stärksten sich zeigten. Die Frequenz war durchschnittlich 61 in der Minute. Durch die Palpation waren nur die stärkeren Bewegungen dieser Art nachzuweisen; bei geringerer Intensität waren sie gewöhnlich nicht zu fühlen. Bei der Auscultation war ausser dem durch die Verschiebung der Bauchhaut am Ohr des Untersuchenden entstehenden Geräusche nichts zu bemerken. Stärke und Dauer der Bewegungen wechselten sehr; letztere von einigen Secunden bis zu 45 Minuten. Die frühesten Beobachtungen fielen ungefähr in die Zeit der 32. Schwangerschaftswoche, doch lässt sich diese Zeit aus verschiedenen Gründen nicht als untere Grenze annehmen. Erstens ist entsprechend dem vorhandenen Materiale die Untersuchung Schwangerer in früheren Monaten seltener möglich, zweitens ist wegen der noch geringen Grösse des Kindes auch die Stärke der Bewegungen geringer, und drittens kann um diese Zeit die verhältnissmässig grössere Fruchtwassermenge die Beobachtung erschweren. — Von den untersuchten Erstgebärenden fanden sich die Bewegungen bei 93 %, von den Mehrgebärenden bei 73 %; vielleicht ist der Unterschied nur zufällig, vielleicht auch durch ungünstige Lage und Haltung des Kindes bedingt.

Die fötalen Bewegungen wurden mittels eines kleinen Glastrichters und eines Gummischlauchs auf einen Marey'schen Tambour übertragen und durch dessen Feder auf den Papierstreifen des Kymographion aufgezeichnet. Die so erhaltenen Kurven zeigen regelmässige Hebungen und Senkungen, entsprechend den Hebungen und Senkungen der Bauchdecken.

Die wiegenden Bewegungen sind sicher als fötale Bewegungen zu bezeichnen. Sowohl durch ihre Frequenz wie durch directe Aufzeichnung regelmässiger mütterlicher Bewegungen (Athmung,

Digitized by Google

Puls) lässt sich nachweisen, dass kein Zusammenhang mit diesen besteht.

Nach Art und Ort des Auftretens sind die wiegenden Bewegungen als leichte Beuge- und Streckbewegungen des Kindeskörpers aufzufassen; Hebung und Senkung wechseln zwischen Rücken- und Steissgegend ab; eine Kurve, welche gleichzeitig die Bewegungen in Rücken- und Steissgegend angiebt, zeigt deutlich, wie einer Hebung in der einen Gegend eine Senkung in der anderen entspricht.

Geht man von der Voraussetzung aus, dass das neugeborene Kind dieselben Bewegungen wie der Fötus macht, so kommen Saug-, Schluck- und Athembewegungen in Betracht. Die Saugbewegungen sind wegen ihrer meist kurzen Dauer und ihrer höheren Frenquenz auszuschliessen, wohl auch wegen ihrer geringen Intensität, die Schluckbewegungen wegen ihrer geringeren Frequenz. Am meisten stimmen die wiegenden Bewegungen mit den Athembewegungen überein. Als Durchschnittszahl der Respirationen bei 38 Neugeborenen verschiedenen Alters fand sich 58, also nahezu die gleiche Zahl wie bei den intrauterinen Bewegungen. Die Kurven zeigen dieselben Hebungen und Senkungen. Am deutlichsten ist die Aehnlichkeit bei schneller Bewegung des Kymographion: Bei beiden Arten von Bewegungen findet sich nämlich rasches Ansteigen und langsameres Abfallen der Kurve oder umgekehrt. Bei der genaueren Berechnung ergab sich folgendes Resultat: Das Verhältniss zwischen längerem und kürzerem Schenkel der Kurve war:

bei den fötalen Bewegungen 34.8 : 65.2
bei den Athembewegungen der Kinder 36.7 : 63.3.

Der Unterschied betrug somit noch nicht 2 %. — Da ausserdem aus anderen Beobachtungen bei Neugeborenen sich ergab, dass dieselben in die intrauterine Haltung gebracht entsprechend den Athembewegungen Beugung und Streckung des Rumpfes zeigten, dürfte ein näherer Zusammenhang zwischen den fötalen wiegenden Bewegungen und den Athembewegungen des Kindes mit ziemlicher Gewissheit anzunehmen sein. Selbsttverständlich

Digitized by Google

Digitized by Google

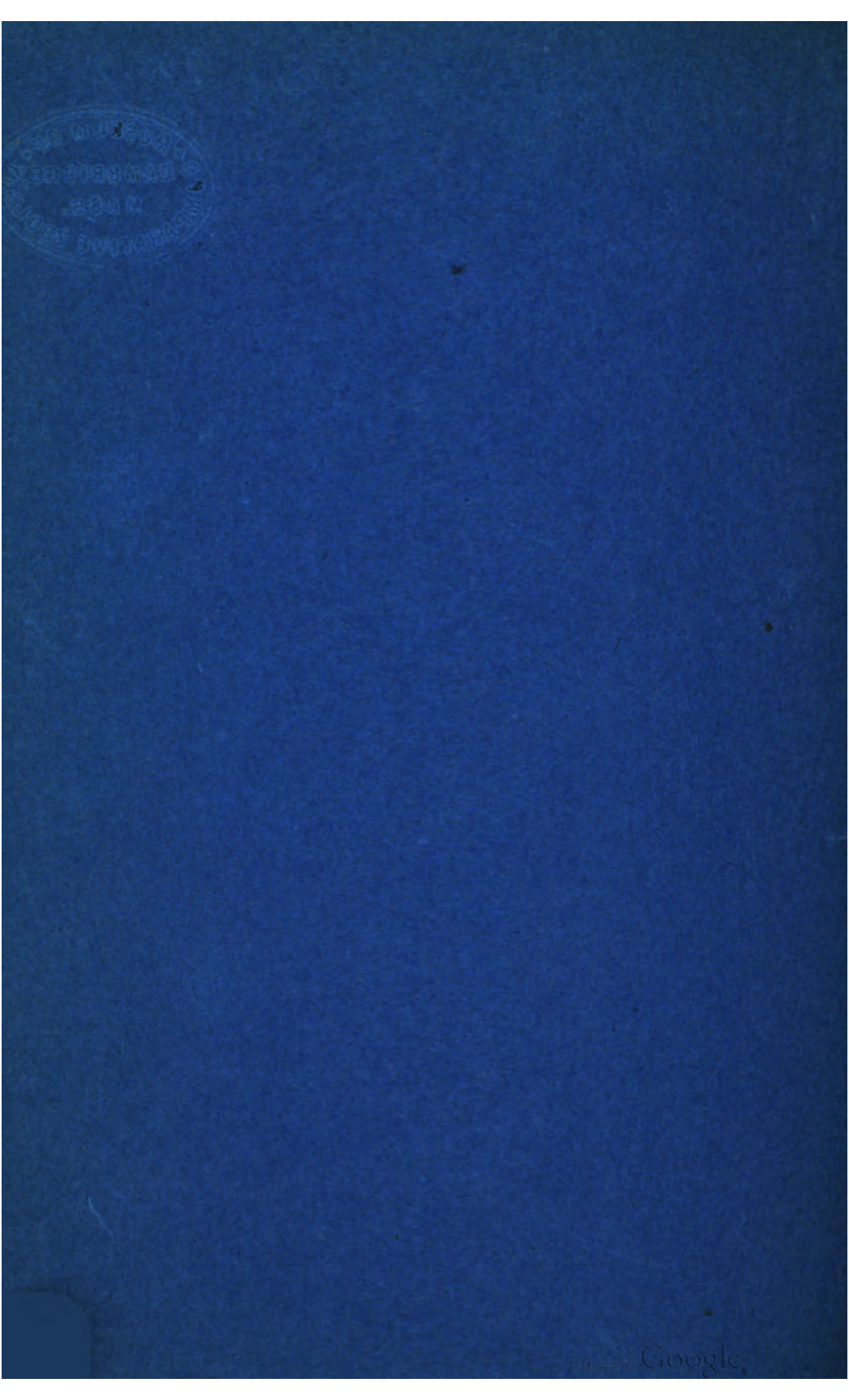
288.2

RECEIVED
AUG 18 1890

4058

Marburg Sitzungsberichte 1889

Digitized by Google



AUG 18 1890

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Jahrgang 1889.

Marburg.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
Im 1890.

Digitized by Google

Digitized by Google

AUG 18 1890

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 1. Januar 1889.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 4. Januar 1889 sprach Herr Professor H. Schmidt-Rimpler über:

Kurzsichtigkeit und ihre Beziehung zum Bau der Augenhöhle.

Die Frage, ob der Bau der Augenhöhle und des Schädels in irgend welcher Beziehung zu den verschiedenen Refractionszuständen des Auges steht, ist schon seit längerer Zeit und von verschiedenen Autoren erörtert worden. Der Erste, welcher sie genauer studierte, war Mannhardt[1]). Er glaubte ein Uebergewicht der Recti externi und einen erhöhten Druck derselben, welcher bei dauernder Convergenz zu einer Verlängerung des Augapfels und damit zur Kurzsichtigkeit führen kann, besonders bei denjenigen Individuen voraussetzen zu müssen, deren Augen weit auseinanderstehen, da die Ursprungsstellen der betreffenden Muskeln in der Nähe der Medianlinie des Kopfes sich befindet. Die daraufhin in ziemlich grosser Anzahl angestellten Messungen über die Entfernung beider Augen (Pupillendistanz) sowie der Distance zwischen den äusseren Rändern der knöchernen Augenhöhle, oder auch directe Schädelmessungen bei verschiedenen Brechungszuständen der Augen haben jedoch bisher nur er-

1) v. Graefe's: Archiv f. Ophthalm. Bd. 17. Abth. 2. 1871.

Digitized by Google

wiesen, dass ein durchgreifender Unterschied zwischen Emmetropen und Myopen nicht besteht: höchstens scheint bei Hyperopen eine kleinere Pupillendistanz häufiger zu sein als bei Normal- und Kurzsichtigen. Diese Untersuchungen sind neuerdings von J. Stilling in seinem Buche »Schädelbau und Kurzsichtigkeit. Eine anthropologische Untersuchung. Wiesbaden 1888« wieder aufgenommen worden und haben sich die Ergebnisse, zu denen er gekommen, mit grosser Schnelligkeit leider auch in weitere Kreise des grossen Publicums verbreitet. Man hat hier, ohne die wissenschaftliche Beglaubigung und Richtigstellung derselben seitens anderer Forscher abzuwarten, sofort von den Ansichten Stillings bezüglich der Entstehung und Prophylaxe der Kurzsichtigkeit mit mehr oder weniger grossem Behagen Kenntniss genommen, da die eigenartige Form der Darstellung, welche eine grosse schriftstellerische Begabung verräth, den gebildeten Laien den Inhalt des Buches verständlich und annehmbar erscheinen lässt. Stilling geht von der, in seinen »Untersuchungen über die Entstehung der Kurzsichtigkeit« (Wiesbaden 1887) niedergelegten Anschauung aus, dass die durch Naheарbeit im jugendlichen Lebensalter erworbene Kurzsichtigkeit vorzugsweise durch eine Compression des Auges durch die Sehne des Obliquus superior bedingt sei. Ist dies richtig, so wird die Höhe der Augenhöhle von besonderer Bedeutung sein, da der Obliquus sich über die Trochlea, welche an der Decke der Augenhöhle in der Nähe ihres oberen Randes liegt, schlingend nach rückwärts geht und in der Nähe des Sehnerveneintritts mit seiner Sehne an die Sclera ansetzt. Unter sonst gleichen Verhältnissen wird der Muskel bei einer flachen, wenig hohen Augenhöhle längere Zeit dem Augapfel aufliegen und so seine Form schädlicher beeinflussen als bei einer hohen. Da nun die Lage der Trochlea selbst bezüglich ihrer Grösse am Lebenden (und oft genug auch am skelettirten Schädel) nicht zu bestimmen ist, misst Stilling die Höhe der Augenhöhlen-Oeffnung. Um gleichzeitig für die ganze Orbital-Oeffnung eine Formel zu haben, misst er auch noch den Breiten-Durchmesser und berechnet als-

Digitized by Google

dann hieraus den Breiten-Höhen-Index. Eine grosse Anzahl von Messungen bei verschiedenen Refractionszuständen — ich zähle nach den Tabellen gegen 1050 — haben ihm das Ergebniss geliefert, dass das Gesammtmittel des Orbital-Index bei Emmetropen und Hyperopen 89,1 beträgt, während es bei Myopen nur 77,8 ist: die Kurzsichtigen haben demnach eine flachere, mehr in die Breite gezogene Augenhöhlen-Oeffnung (Chamäkonchie). Daraus folgert Stilling, »die Chamäkonchie ist die Bedingung (!? Verf.) der Myopie, die Hypsikonchie die der Hypermetropie resp. Emmetropie«. »Obgleich nun hier zweifellos ein allgemeines Gesetz vorliegt, so finden sich doch nach beiden Richtungen hin nicht seltene Ausnahmefälle. Diese mussten nicht nur a priori vorausgesetzt, sondern es kann geradezu gesagt werden, dass wenn die Untersuchung nicht auch die Ausnahmen entdeckt hätte, die ganze Sache falsch sein müsse. Denn die Natur schafft nach allgemeinen Gesetzen, aber nicht nach Schablonen. Mit der Auffindung und Erklärung der Ausnahmen wird das allgemeine Gesetz erst völlig sicher.« Als Gründe für diese Ausnahmen werden nun angeführt: abnorme Lage der Incisura supraorbitalis bez. der Trochlea, auffallendes Hervortreten der Augen, Einfluss der Hornhautkrümmung etc. Wenn diese Momente auch sicher in Betracht kommen, so vermissen wir in Stilling's Arbeit doch, dass sie in dem Einzelfalle als wirklich vorhanden nachgewiesen worden wären. Ich selbst habe später die Lage der Inc. supraorbitalis, deren Entfernung von der Trochlea Stilling als »in der Regel« (diese Regel zeigt aber, wie man bei Schädelmessungen leicht sehen kann, recht viele Ausnahmen) constant annimmt, bei meinen Untersuchungen in den einzelnen Fällen berücksichtigt und darin nur selten eine Erklärung für die der Theorie Stilling's widersprechenden Befunde sehen können. In einer weiteren Untersuchungsreihe, in der Stilling die Gesichtshöhe, aber abweichend von Andern von der Mitte der Augenbrauen bis zur Mundspalte gerechnet, mit der Gesichtsbreite vergleicht, kommt er zu dem Schluss, dass im grossen Ganzen die Myopen auch breite Gesichter (bei

Digitized by Google

Schülern Index 62,2, bei Erwachsenen 61,0), die Emmetropen schmale schmale Gesichter (bei Schülern Index 65,4, bei Erwachs. 65,9) haben. »Diese Zahlen sind schlagend und beweisen, dass hier ein allgemeines Gesetz gefunden worden ist. Die Breitgesichtigkeit disponirt zur Myopie, die Schmalgesichtigkeit zur Hypermetropie[1]«. Aus weiteren Betrachtungen, die zum Theil auf Untersuchungen an Strassburger Schülern, zum Theil aber auch auf äusserlichen Eindrücken[2]) beruhen, kommt Stilling, wenn er auch die Frage noch nicht für gelöst hält, doch zu dem Satze: »Aller Wahrscheinlichkeit nach ist daher die Myopiefrage eine ganz entschiedene Rassenfrage«.

Auf die letztern beiden Punkte, die Rassenfrage und den Einfluss des Schädelbaues, kann ich hier nicht eingehen, da mir darüber keine Untersuchungen zu Gebote stehen. Nur treten mir gegen die Unterlagen Stilling's — abgesehen von nichtsbeweisenden oberflächlichen Eindrücken — folgende Bedenken entgegen: er führt beispielsweise Durchschnittszahlen der Myopie in den Gymnasien zu Luzern, zu Bern, zu Burgdorf etc. an, um aus ihrer Verschiedenheit zu deduciren, dass sie nicht auf einen Zufall beruhen können, sondern dass sie »in den anthropologischen und ethnologischen Verhältnissen ihre Begründung finden müssen«. Ich habe Stilling schon früher einmal nach-

1) Hypermetropie? — Emmetropie nach den Messungen! oder höchstens Emmetropie und Hyperopie.

2) »In Piemont, z. B. in Turin, giebt es in den höheren Schulanstalten sehr wenig Myopen. Auch unter den dortigen italienischen Gelehrten erinnere ich mich nur sehr wenig Myopen zu kennen. In Sicilien dagegen meine ich mich zu erinnern, unter den Professoren zu Catania, Messina, Palermo mehr Myopen bemerkt zu haben. Nach der Mittheilung von Prof. Bertà trägt in Catania auch jeder dritte oder vierte Student eine Brille, während dies, wenn ich mich nicht sehr irre, in Turin im Ganzen selten ist« (S. 30). »In dem Strassburger Lehrerseminar dagegen finden sich sehr viel Myopen, 25 auf 65 ..... Dasselbe ist in dem Strassburger Priesterseminar der Fall. Das letztere habe ich zwar nicht durchgeprüft, allein man kann die Alumnen desselben oft genug beobachten, wenn sie spazieren geführt werden, auch habe ich manchen in der Klinik untersucht.«

Digitized by Google

gewiesen[1]), dass eine Verschiedenheit in dem Myopie-Procentsatz, die ihm zwischen Strassburger und Casseler Schulen auffiel, einfach darin ihren Grund hatte, dass in Strassburg die Vorklassen — in denen sich natürlich weniger Kurzsichtige befinden — viel stärker besucht waren als in Cassel. Dieses Moment der verschiedenen Frequenz der einzelnen Klassen lässt überhaupt alle Vergleiche mit Durchschnitts-Procentsätzen als angreifbar und nicht beweiskräftig erscheinen. Fernerhin entbehren meiner Ansicht nach Stilling's Refractions-Bestimmungen bei der Gegenüberstellung der Befunde an Elsässern und Deutschen der erforderlichen Exactheit, da er S. 16 anführt: »Eine besondere Refractionsprüfung wurde nicht gemacht, sondern nur diejenigen als kurzsichtig bezeichnet, welche notorisch den Lehrern als solche bekannt waren und Concavbrillen trugen. Wesentliche Irrthümer sind dabei ausgeschlossen, weil die meisten dieser Schüler in den letzten Jahren ... genauer geprüft worden sind«. Wenn man nun bedenkt, wie erheblich oft in einigen Jahren der Schüler-Bestand wechselt und weiter, dass Stilling selbst berichtet, dass in einer Anzahl von Fällen, bei denen trotz myopischer Orbitalform Emmetropie angegeben war, durch die nunmehr angestellte Refractionsprüfung »zur eigenen Verwunderung der Betreffenden einseitige und doppelseitige Kurzsichtigkeit nachgewiesen« wurde, — so wird man gewiss die Genauigkeit der angenommenen Refractionszustände für wenig zuverlässig erachten. Fernerhin ist auch nicht auf Erblichkeit Rücksicht genommen; es ist aber nicht unwahrscheinlich, dass die eingewanderten deutschen Gymnasiasten erblich stärker belastet waren als die elsässischen.

Schliesslich kommt Stilling in seinem Buche auch dazu, die Erkenntniss, dass im Wesentlichen die Disposition zur Kurzsichtigkeit in dem Knochenbau der Augenhöhle und weiterhin des Gesichtsschädels zu suchen sei, nach der praktischen Seite hin zu fructificiren. »Sie würde die höheren Schulen von den

1) v. Graefe's Archiv f. Ophthalmologie Bd. 31. Abth. 4.

Digitized by Google

ihnen gemachten Vorwürfen entlasten, durch den Nachweis, dass die eigentliche Ursache nicht in der Nahearbeit als solcher, sondern in den präexistirenden Verhältnissen des Schädelbaues zu suchen sei, dass auch bei mässiger Nahearbeit diejenigen myopisch werden müssen, die durch Chamäkonchie und weiterhin Chamäprosopie dafür prädestinirt sind« (S. 39). Die Möglichkeit zur Bekämpfung der Myopie erscheint besonders dadurch erheblich näher gerückt, »dass sich mit grosser Wahrscheinlichkeit diejenigen Schüler niederer Schulklassen bezeichnen lassen, welche kurzsichtig werden müssen« (S. 20). Gegen diese Anschauungen, selbst wenn die anatomischen Grundlagen, was nicht der Fall, sicher wären, spricht aber sehr, dass die Schuluntersuchungen in allen Ländern und bei allen Rassen ergeben haben, dass die Kurzsichtigkeit in den höheren Schulen sowohl dem Grade als dem Procentsatze nach mit der Höhe der Klassen stetig wächst. —

Ich komme nun auf meine eigenen Untersuchungen über das Verhalten des Orbital-Index bei den verschiedenen Refractions-Zuständen. Vor Allem ist hervorzuheben, dass die erforderlichen Messungen des Höhen- und Breitendurchmessers der knöchernen Augenhöhle der nothwendigen Genauigkeit entbehren müssen, da durch die Haut und das darunter liegende Fettgewebe dieselben beim Lebenden in verschiedener Weise beeinflusst werden. Stilling hat dasselbe gefunden und meint, dass es auf ein paar Millimeter mehr oder weniger bei diesen Messungen nicht ankomme: jedoch hat es bei Bestimmung des Orbital-Index, der durch Division des Breiten- in den mit 100 multiplicirten Höhendurchmesser gefunden wird, allerdings einen ziemlichen Einfluss, wenn nur Ein Durchmesser auf diese Weise länger oder kürzer gemacht wird. Auch werden die Messungen öfter dadurch ungenau, dass die Knochenwände keine scharfen Kanten zeigen, sondern mehr oder weniger convex gebogen sind. Ich habe wie Stilling den Verticaldurchmesser bestimmt durch Messung des Abstandes zwischen dem Mittelpunkt des oberen

Digitized by Google

und unteren Orbitalrandes, — auch nicht gerade mathematisch genau nachweisbare Stellen. Den Horizontaldurchmesser macht Stilling an den Punkten der Knochenwandung, die den Endpunkten der Lidspalte entsprechen. Der nasale Messpunkt wird demnach durchschnittlich an dem, der Carunkel naheliegenden Rande des Nasenfortsatzes des Oberkiefers liegen. Hier ist aber, da in der Regel der Thränensack dort liegt und das lig. palpebrale verläuft, beim Lebenden der Knochenrand schwer zu fühlen; ich habe daher an Stelle dieses Punktes den oberhalb der Carunkel deutlich fühlbaren Knochenrand gewählt: hierdurch verringert sich, wie auch Messungen an skelettirten Schädeln zeigen, der Breitendurchmesser meist um einige Millimeter. Der Orbital-Index wurde demnach durchschnittlich grösser als ihn Stilling angiebt: da es sich aber nur um einen Vergleich zwischen dem Index der Kurzsichtigen und dem der Emmetropen und Hyperopen handelt, so ist diese Verschiedenheit der Messungen (bekanntlich wird selbst bei anthropologischen Schädelmessungen in sehr verschiedener Art der Breitendurchmesser der Orbita bestimmt) von keinem Einfluss auf das Resultat. Als temporalen Messpunkt benutzte ich den im horizontalen Durchmesser gelegenen äussersten Punkt der Orbital-Peripherie. Wenn Stilling den, dem Endpunkt der Lidspalte entsprechenden Punkt der Knochenwandung wählte, musste er häufig den Breitendurchmesser in schräger Richtung messen, da die Lidspalte bei vielen Menschen eine etwas schräge Richtung zeigt. Als Mess-Instrument verwendete ich den von mir früher beschriebenen Augenmesser[1]), dessen stumpfe Elfenbein-Enden sich gut an die Knochenränder andrücken lassen. Da man durch einen stärkern oder geringern Druck, wie erwähnt, den Durchmesser leicht verlängern oder verkürzen kann, so will ich noch ausdrücklich betonen, dass ich überall möglichst stark die Haut comprimirte, um soweit als möglich gleichmässige Mess-Resultate zu erhalten.

1) Sitzungsbericht d. ophtalm. Gesellschaft. 1874.

Digitized by Google

Als Stilling auf dem 7. internationalen Ophthalmologen-Congress zu Heidelberg die oben mitgetheilten Anschauungen vortrug, konnte ich bereits auf Grund von eben im Gymnasium zu Montabaur angestellten Messungen meinen Zweifel an dem Bestehen des von ihm formulirten Gesetzes aussprechen[1]). Jetzt steht mir eine zur Entscheidung der Frage ausreichendere Zahl von Messungen zu Gebote, die ich noch an Schülern in den Gymnasien zu Frankfurt a. M., Fulda, dem Realgymnasium in Wiesbaden und dem Realprogymnasium in Geisenheim und Limburg vorgenommen habe. Ich hatte die Augen derselben (bis auf sieben) bereits $3^1/_2$ Jahre früher auf ihre Refraction untersucht und letztere neuerdings wieder festgestellt. Das Ergebniss von 1299 Orbital-Messungen war: bei 722 emmetropischen und hyperopischen Augen ein Orbital-Index von 94,4; bei 577 myopischen ein solcher von 94,5: — also zufälliger Weise betrug bei letztern sogar der Orbital-Index im Durchschnitt $^1/_{10}$ Millimeter mehr, die Augenhöhlen waren also höher. Woher dieser Gegensatz zu den Resultaten Stilling's kommt (über die durchgehende Differenz des Orbital-Index als solchen habe ich schon oben gesprochen), kann ich nicht erklären; jedenfalls geht das aus meinen Untersuchungen hervor, dass von einem »Naturgesetze« im Stilling'schen Sinne wohl nicht die Rede sein kann. Da es aber, wie mir scheint, betreffs der Stilling'schen Theorie vorzugsweise auf den Höhen-Durchmesser ankommt, so habe ich aus dem Frankfurter Gymnasium diesen allein herausgenommen und im Durchschnitt berechnet: derselbe betrug bei 320 emmetropischen und hyperopischen Augen 30,8 Millimeter, bei 220 myopischen 31,0; — also auch in dem Höhendurchmesser allein zeigte sich keine beachtenswerthe Differenz; er war bei den Kurzsichtigen zufällig wieder um 0,2 Millimeter grösser als bei den Normal- und Uebersichtigen. Ebenso gab die Zusammenstellung von Anisometropen, welche auf einem Auge emmetropisch oder hyperopisch, auf dem andern

1) Bericht über den 7. internationalen Ophthalmologen-Congress 1888 S. 100.

Digitized by Google

myopisch waren, keine Bestätigung der Theorie Stilling's: bei 49 Individuen hatte das emmetropische bezw. hyperopische Auge im Durchschnitt einen Orbital-Index von 92,0, das myopische einen solchen von 91,2. Auch Weiss[1]) hat bei seinen Messungen auf der Seite des kurzsichtig gewordenen Auges den Orbitaleingang weder absolut noch relativ geringer gefunden als auf der andern Seite.

Aber selbst wenn diese Untersuchungen wirklich ergeben hätten, dass bei Kurzsichtigen die Augenhöhle abnorm niedrig und der Orbital-Index klein wäre, so hätte dieser Befund doch noch keinenfalls zu der Annahme Stilling's berechtigt, dass hierin die Disposition zur Myopie gegeben sei. Die Möglichkeit, dass die Entwickelung eines lang gestreckten, kurzsichtigen Auges umgekehrt ihrerseits einen Einfluss auf die Gestaltung der Augenhöhle ausübt, ist durchaus nicht ausgeschlossen; allgemein bekannt ist es, dass nach der Herausnahme des Augapfels bei jugendlichen Individuen die Orbita einsinkt und eine ungleichmässige Ausbildung des ganzen Gesichtsskeletts erfolgt. Auch könnte, wie Horner bereits bezüglich der öfter hervortretenden Schädel-Anomalien bei angeborener Kurzsichtigkeit hervorgehoben, eine gemeinsame Ursache (etwa im Gefässsystem) der abnormen Entwicklung von Auge und Schädel zu Grunde liegen. Hingegen würde, wie ich auch bereits auf dem internationalen Congress im August vorigen Jahres hervorgehoben, wenigstens mit etwas Berechtigung und Wahrscheinlichkeit an einen ursächlichen Zusammenhang zwischen Myopie und Augenhöhlenbau gedacht werden können, wenn die Orbita der Individuen, welche unter den bekannten Erziehungs-Schädlichkeiten kurzsichtig geworden sind, sich wesentlich unterschiede von der anderer Schüler, die unter denselben Verhältnissen ihre frühere Refraction behalten haben, zumal auch hier der die Verhältnisse complicirende Einfluss abnormer Hornhautkrümmungen nicht in Rechnung zu ziehen ist. Findet man bei ersteren besonderes flache, bei letzteren hohe Augenhöhlen, so

1) Klin. Monatsbl. für Augenheilkunde 1883. Septemberheft.

Digitized by Google

könnte man darin eine gewisse Stütze der Stilling'schen Theorie sehen. Wie erwähnt, hatte ich 1292 Augen, die gemessen wurden, bereits vor 3½ Jahren untersucht. Vergleicht man die gegenwärtigen Refractionszustände mit den früheren, so ergiebt sich eine Zunahme der Brechung bei 461 Augen, ein Stehenbleiben derselben bei 831: bei den kurzsichtiger gewordenen fand sich im Durchschnitt ein Orbital-Index von 94,4, bei denen, deren Refraction unverändert blieb, eine solcher von 94,1[1]). Da demnach eine beachtenswerthe Verschiedenheit zwischen beiden Kategorieen nicht vorhanden ist, so spricht auch das Ergebniss dieser Untersuchungsreihe, welche für die uns beschäftigende Frage zweifellos mehr Bedeutung hat als eine einfache Gegenüberstellung von Myopen und Emmetropen bezw. Hyperopen, entschieden gegen das von Stilling formulirte »Naturgesetz«. Damit würden denn auch alle daraus hervorgegangenen Folgerungen bezüglich der Schul-Hygiene in nichts zusammenfallen. —

Wenn wir immerhin diese Bestrebungen, eine genauere Kenntniss von der Beschaffenheit der knöchernen Augenhöhle (es sollten sich aber die Messungen, wie es Emmert[2]) angebahnt, auf die gesammte Formation derselben erstrecken), von der Lagerung der Augenmuskeln, von der Länge und Insertion der Sehnerven u. s. w. bei den verschiedenen Refractionszuständen zu gewinnen, als sehr dankenswerth und nach verschiedenen Richtungen hin fördernd ansehen müssen, so sollte andrerseits die ungewöhnliche Complicirtheit der Verhältnisse gerade hier Anlass geben, sich die allergrösste Beschränkung und Vorsicht in der ätiologischen Verwerthung einzelner Befunde aufzuerlegen.

---

1) Ausführlichere Mittheilungen über die Ergebnisse der Untersuchungen werden an anderer Stelle veröffentlicht werden.

2) Auge und Schädel 1880.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 2. Februar 1889.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 13. Februar 1889 sprach Herr Privatdocent Dr. Elsas:

Ueber Widerstandsmessungen mit dem Differentialinductor.

Der Differentialinductor, welchen ich in Wiedemann's Annalen der Physik, Bd. 35, p. 828 (1888), ausführlicher besprochen habe, ist im Wesentlichen nichts anderes als eine Inductionsspule, welche auf eine Doppelspirale aus zwei genau gleichen mit und neben einander aufgewundenen Drähten gebracht ist. Lässt man durch eine solche Doppelspirale einen Strom in der Weise gehen, dass die beiden gleichen Drähte in entgegengesetzter Richtung durchflossen werden, so ist die Gesammtwirkung auf den Draht der Inductionsspule gleich Null. Man kann sich hiervon überzeugen, indem man einen Wechselstrom durch die bifilare Spule sendet und mit der Inductionsspule ein Telephon verbindet: Dieses giebt keinen Ton, wenn die inducirenden Drähte wirklich vollkommen gleich sind.

Versuche, den Differentialinductor statt des Differentialgalvanometers zu Widerstandsmessungen zu benutzen, sind keineswegs neu. Das Princip dieser Anwendung ist sehr einfach; man verzweigt einen Strom zwischen die beiden parallelen Windungen, so dass diese in entgegengesetzter Richtung durch-

Digitized by Google

flossen werden, und schaltet in den einen Stromzweig den zu messenden Widerstand, in den anderen einen Rheostaten ein; die inducirende Wirkung verschwindet, und der Ton des mit der Inductionsspule verbundenen Telephons wird ausgelöscht, wenn die Widerstände in beiden Zweigen gleich sind. Ich habe mich dieser Methode der Widerstandsmessung bei meinen Untersuchungen vielfach bedient, um recht schnell und sicher den Widerstand von Metallstreifen, die mit elektrolytischen Niederschlägen bedeckt waren, zu bestimmen, weil ich hierbei nicht so sehr auf eine vollkommen exacte Messung zu sehen, als die Möglichkeit einer Veränderung der zu untersuchenden Objecte zu vermeiden hatte. Es scheint mir, dass der Differentialinductor zur Widerstandsbestimmung bei inductionsfreien Drähten überall angewendet werden kann, wo es nicht auf die äusserste Genauigkeit der Messungen ankommt. Ich habe die Empfindlichkeit des Verfahrens mehrfach geprüft und gefunden, dass Widerstände von 10 bis 400 S—E. bis auf etwa 0,1 Procent genau bestimmt werden können; für kleinere und grössere Widerstände nimmt die Empfindlichkeit ab. Widerstände mit Selbstinduction können gar nicht, Flüssigkeitswiderstände nur mittelst einer besonderen Methode durch den Differentialinductor bestimmt werden. Man verwendet für elektrolytische Widerstände ein Gefäss mit drei Elektroden a, b, c, von denen die äusseren, a und c, einander möglichst gleich sind. Die Entfernung ab sei kleiner als bc. Dann verbinde man b mit der Stromquelle und lege ab unter Vorschaltung eines Rheostaten in den einen Stromzweig, bc in den anderen, dann wird die Differenz der elektrolytischen Widerstände zwischen ab und bc gemessen.

Obwohl die Methode, mit dem Differentialinductor Widerstände zu prüfen, für die eigentlich wissenschaftliche Arbeit kaum in Betracht kommen kann, weil das Differentialgalvanometer eine weit grössere Empfindlichkeit gewährt, scheint dieselbe doch einer Erwähnung und Empfehlung werth zu sein, da sie einfach, bequem und sicher zu handhaben ist. In vielen

Digitized by Google

Fällen wird sich der Physiker und der Techniker mit der erreichbaren Genauigkeit begnügen können, und überdies stellt der Differentialinductor einen mit geringen Kosten zu beschaffenden Demonstrationsapparat dar.

Ueber einen selbstthätigen Stromunterbrecher.

Beim Wagner'schen Hammer und den nach dem Princip desselben construirten Unterbrechungsapparaten benutzt man die Transversalschwingungen einer Lamelle oder eines Stabes, um periodisch einen elektrischen Strom zu öffnen und zu schliessen. Will man eine langsam arbeitende selbstthätige Unterbrechung haben, so ist die Anwendung transversal schwingender elastischer Stäbe zum Betriebe mit Unbequemlichkeiten verknüpft. Ich habe mich in solchem Falle mit Vortheil der Torsionsschwingungen eines zwischen zwei festen Punkten horizontal ausgespannten Drahtes bedient und die Unterbrechungsvorrichtung auf diesem befestigt, wie es Fig. 1, welche kaum einer Erläuterung bedarf, schematisch zeigt. Die mit einander in leitender Verbindung stehenden Platinspitzen *a* und *b* liegen in einer Ebene, welche die Axe des Drahtes in dessen Mitte senkrecht schneidet; beide tauchen in Quecksilbernäpfe. Die senkrecht unter der Axe liegende Spitze *a* wird durch die drehende Schwingungsbewegung des Drahtes nicht aus dem Quecksilber herausgehoben, wohl aber die Spitze *b*, wenn sie nicht zu tief eintaucht. Gegenüber von *b* ist in den Träger der Spitzen ein starker Draht eingeschraubt, welcher ein kleines Eisenplättchen trägt. Dieses geht also nach unten, wenn *b* sich aufwärts bewegt, und wird gehoben, wenn *b* nach unten geht. Der Quecksilbernapf *a* ist mit einem unter dem Eisenplättchen stehenden kleinen Elektromagneten, dieser mit dem einen Pole eines galvanischen Elementes verbunden, während der Napf *b* mit dem andern Pole desselben in Verbindung steht. Taucht also die Spitze *b* in das Quecksilber, so ist der Stromkreis geschlossen, und der Magnet zieht das Eisenplättchen an, bis die

Digitized by Google

Verbindung in *b* unterbrochen wird. Bei Anwendung eines Clavierdrahtes (etwa 1 bis 1,5 mm dick) von 30 cm Länge erfolgt die Unterbrechung nur 2 bis 3 mal in der Sekunde. Ein einziges Leclanché-Element genügt zum Betrieb.

Ich habe das Princip, durch die permament unterhaltenen Torsionsschwingungen eines Drahtes einen Stromkreis periodisch zu öffnen und zu schliessen, zur Construction einer Art selbstthätigen Wippe benutzt, welche mir als Demonstrationsapparat wesentliche Dienste geleistet hat. Zu beiden Seiten der Quecksilbernäpfe *a* und *b* und des Elektromagneten *E* sind weitere Quecksilbernäpfe auf dem Brette, welches die Unterbrechungsvorrichtung trägt, angebracht, so dass drei Näpfe *m*, *a*, *m'* (Figur 2) unter der Axe des Apparates liegen, zwei auf der einen Seite derselben, *v* und *v'*, drei auf der anderen Seite, *h*, *b*, *h'*. Der Träger der Unterbrechungsvorrichtung, ein Ebonitklötzchen, ist mit entsprechenden Platinspitzen versehen, welche bei der Bewegung des Apparates *m* abwechselnd mit *v* und *h*, *m'* mit *v'* und *h'* verbinden.

Sämmtliche Näpfe sind mit Klemmschrauben in Verbindung, damit man sie bequem in einen Leitungskreis einfügen kann.

Figur 3 versinnlicht den Gebrauch des Apparates zur abwechselnden Verbindung eines Voltameters *V* mit einer Säule *S* uud einem Galvanometer *G*, um die Grösse der Polarisation zu bestimmen. Das Voltameter ist mit den mittleren Näpfen *m* und *m'* verbunden, die Batterie mit den vorderen *v* und *v'*, das Galvanometer mit den hinteren *h* und *h'*. Die Näpfe sind so eingestellt, dass nur die Spitzen *m* und *m'* in das Quecksilber eintauchen, wenn der Apparat in Ruhe ist, während die geringste Neigung nach vorn die Contacte mit *v* und *v'*, und die umgekehrte Bewegung die Contacte mit *h* und *h'* hergestellt. Ist nun die Unterbrechungsvorrichtung in Thätigkeit, so werden abwechselnd der Stromkreis *Svm Vm'v'S* und der Stromkreis *Ghm Vm'h'G* geschlossen. Wenn das Galvanometer eine langsam schwingende Nadel besitzt, so schlägt diese infolge der vom polarisirten Voltameter herrührenden Stromstösse aus; die Nadel

Digitized by Google

vibrirt innerhalb enger Grenzen um eine mittlere Lage, und man kann diesen mittleren Ausschlag zur Messung des Polarisationsstromes benutzen. Ganz in derselben Weise kann man den Oeffnungs-Extrastrom einer Drahtspule durch das Galvanometer messen, indem man die Spirale an die Stelle des Voltameters schaltet. Wenn der zu messende Strom, wie es bei einem Wasservoltameter und einer Spirale mit vielen Windungen der Fall ist, nicht zu schwach ist, hat man bei der Wahl des Galvanometers zu diesen Demonstrationen ziemlich freie Hand. Dagegen gelingt die Messung des Entladungsstromes eines Condensators, der durch die Wippe abwechselnd mit einer starken Batterie und dem Galvanometer verbunden wird, nur mit Hülfe empfindlicher Spiegelgalvanometer. Ich habe diesen Versuch ausgeführt mit einem Fizeau'schen Condensator von einem Ruhmkorff'schen Apparat und einer Batterie von 15 bis 25 Volt.

Die schematischen Figuren 4 und 5 zeigen, wie der Apparat als Disjunctor zur Demonstration der in einer Inductionsspirale entstehenden Wechselströme gebraucht werden kann. Von dem Napf m geht ein Draht zur Säule S, von dieser einer zur primären Spule P, und deren zweiter Pol ist mit dem Napf v verbunden. Von der Inductionsspirale I geht ein Draht zum Galvanometer G, welcher weiter mit m' verbunden ist, während die Spirale andererseits mit v' in Verbindung steht (Fig. 4), wenn der Schliessungs-Inductionsstrom untersucht werden soll. In diesem Falle werden die Stromkreise $m\,S\,P\,v\,m$ und $m'\,G\,I\,v'\,m'$ gleichzeitig geschlossen und geöffnet, wenn die Quecksilbernäpfe die richtige Stellung haben, und es können nur die Schliessungsströme durch's Galvanometer gehen. Um die Oeffnungs-Inductionsströme zu zeigen, hat man nur m' und h' statt m' und v' in den secundären Stromkreis einzuschalten (Fig. 5); denn es wird dann der Stromkreis $m'\,G\,I\,h'\,m'$ geschlossen, wenn $m\,S\,P\,v\,m$ geöffnet wird, und unterbrochen, wenn dieser Kreis sich schliesst.

Digitized by Google

Unser Apparat, der in den Annalen der Physik ausführlicher besprochen werden wird, gestattet also eine mannigfache Anwendung in Experimentalvorlesungen. Er fungirt indessen nur dann gut, wenn er fest aufgestellt wird, so dass er nicht zufälligen Erschütterungen während des Gebrauchs ausgesetzt ist, und wenn die Platinspitzen und Quecksilberoberflächen stets rein und blank sind.

Um die bei jedem Versuch vorzunehmenden Einstellungen der Quecksilbernäpfe zu erleichtern, sind die stählernen Träger derselben mit einem Schraubengewinde versehen und in einer festen Mutter verstellbar gemacht; zur Sicherung der Einstellung dient eine auf dem Träger laufende Contremutter.

Neu eingegangene Schriften:

Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. VII, Heft 1. Danzig 1888.

Verhandlungen der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Frauenfeld 1887. Frauenfeld 1887.

Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn, 1887. Bonn 1887.

Jahrbuch des ungarischen Karpathen-Vereins. Jahrg. XV. 1888. Iglo 1888.

43.—46. Jahresbericht der Pollichia. Dürkheim 1888.

5. Bericht der meteorologischen Commission des naturforschenden Vereins in Brünn. Brünn 1887.

Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. Bd. XXV. Brünn 1887.

26., 27., 28. Bericht des Offenbacher Vereins für Naturkunde. Offenbach 1888.

Abhandlungen vom naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen. Bd. X, Heft 1 u. 2 Bremen 1888.

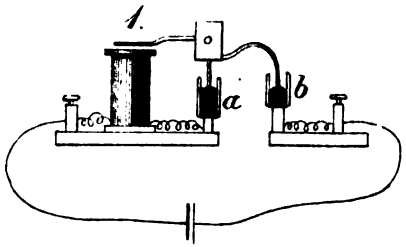
Beiträge zur Statistik der Stadt Frankfurt a./M. Bd. V Heft 2 Frankfurt a./M. 1887.

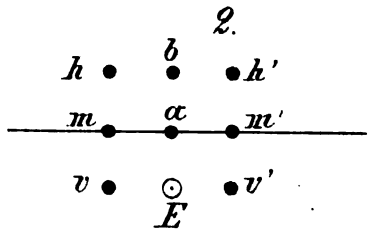
Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. 60 Heft 5 u. 6. Halle a./S. 1887.

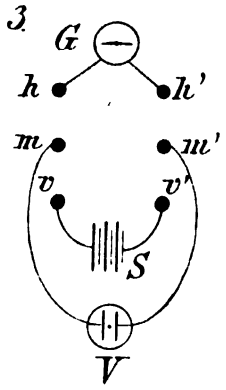
Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1888, Nr. 2—8 incl.

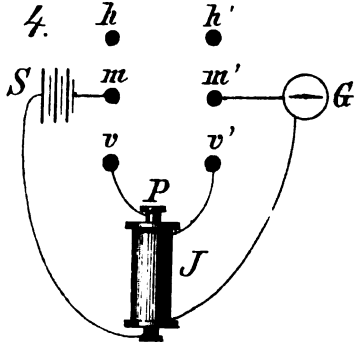
Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

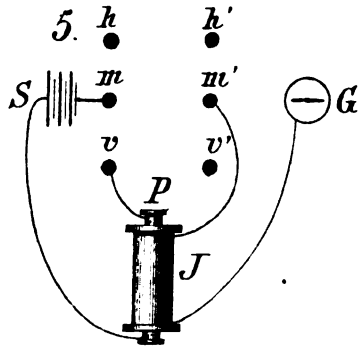
Digitized by Google











Digitized by Google

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 3. April 1889.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 2. April 1889 berichtete Herr Prof. Ernst Schmidt unter Vorlegung zahlreicher schön krystallisirter Präparate über Versuche, welche auf seine Veranlassung Herr J. Bode über das **Cholin** und das **Neurin** in der Absicht angestellt hat, weitere Anhaltspunkte über die Beziehungen zwischen chemischer Constitution und physiologischer Wirkung zu gewinnen. Cholin geht durch Erhitzen mit Jodwasserstoffsäure, wie bereits von Baeyer beobachtet ist, in Trimethyljodaethylammoniumjodid über (Schmelzp. 231°). Letzterer Verbindung kommt die Formel: $J.N(CH^3)^3.CH^2-CH^2J$ zu, da dieselbe durch längeres Kochen mit Silbernitratlösung in Cholin wieder verwandelt wird. Eine mit obiger Verbindung isomere entsteht durch Erhitzen von Neurin mit Jodwasserstoffsäure auf 100° C. (Bräunung bei 184—186°, ohne zu schmelzen). Da letzteres Additionsproduct beim Kochen mit Silbernitratlösung Neurin liefert, so dürfte demselben wohl die Formel $J.N(CH^3)^3.CHJ-CH^3$ zukommen. Ein drittes, jedoch sehr wenig beständiges Isomeres entsteht durch Einwirkung von Aethylenjodid auf alkoholische Trimethylaminlösung bei gewöhnlicher Temperatur.

Das von A. W. Hofmann dargestellte Trimethylbromaethylammoniumbromid: $Br.N(CH^3)^3.CH^2-CH^2Br$

Digitized by Google

(Schmelzp. 230° C.) kann durch Kochen mit Silbernitratlösung ebenfalls, entsprechend der von Baeyer isolirten Jodverbindung, in Cholin verwandelt werden. Isomere, jedoch unter einander chemisch identische Verbindungen (Schmelzp. 235°) entstehen durch Erhitzen von Cholin mit Bromwasserstoffsäure auf 160—170° C. und dureh Erhitzen von Neurin mit Bromwasserstoffsäure auf 160—165° C. Letztere Verbindungen, welche auch in den Platin- und Goldsalzen wesentliche Verschiedenheiten von den entsprechenden Abkömmlingen des Trimethylbromaethylammoniumbromids zeigen, dürfte die Formel $Br.N(CH^3)^3CHBr-CH^3$ zukommen.

Neurin (Trimethylvinylammoniumbromid: $Br.N(CH^3)^3C^2H^3$) wird durch Brom in Trimethyldibromaethylammoniumbromid: $Br.N(CH^3)^3.C^2H^3Br^2$, bezüglich dessen Perbromid: $Br.N(CH^3)^3.C^2H^3Br^2,Br^2$, verwandelt. Erstere Verbindung wird durch alkoholische Kalilösung in Monobromneurin: $Br.N(CH^3)^3.C^2H^2Br$, übergeführt, welches durch Brom in Trimethyltribromaethylammoniumbromid: $Br.N(CH^3)^3.C^2H^2Br^3$, verwandelt wird.

Wird das Monobromneurin von Neuem mit einer berechneten Menge von alkoholischer Kalilauge behandelt, so resultirt unter Abspaltung von Bromwasserstoff Trimethylacetenylammoniumbromid: $Br.N(CH^3)^3.C^2H$. Ob letztere Verbindung eine noch grössere Giftigkeit besitzt als das Neurin (Trimethylvinylammoniumbromid), sollen besondere Versuche, die im hiesigen pharmacologischen Institute angestellt werden, lehren.

Unterchlorige Säure verbindet sich mit Neurin zu Monochlorcholin: $Cl.N(CH^3)^3.C^2H^4Cl.OH$, welches durch Silberoxyd in Oxycholin: $Cl.N(CH^3)^3.CH.OH-CH^2.OH$, übergeht. Letztere Verbindung ist isomer mit dem Muscarin. Ob sonstige Beziehungen zwischen Oxycholin und Muscarin vorhanden sind, ist vorläufig noch unentschieden, soll jedoch weiter constatirt werden. Durch Reduction mit Zinn und Salzsäure geht das Monochlorcholin in Trimethylchloraethylammoniumchlorid: $Cl.N(CH^3)C^2H^4Cl$, über.

Digitized by Google

Die vorstehenden Verbindungen wurden, da nur ein Theil direct analysirbar ist, in Gestalt ihrer Platin- und Goldsalze isolirt und analysirt. Das von J. Weiss dargestellte Trimethylallylammoniumjodid (Chem. Centralblatt 1858 p. 10) liefert, wie die von Herrn A. Partheil angestellten Versuche zeigen, ähnliche Abkömmlinge wie das Neurin.

Styrolbromid liefert mit Trimethylamin nur ein wenig beständiges Additionsproduct. Die Versuche der Darstellung von Isocholin sind noch nicht abgeschlossen. Durch Einwirkung von Jodmethyl auf Aldehydammoniak (M. S. Diez, Annal. d. Chemie 90), sowie durch Einwirkung von Jodmethyl und Natriumaethylat auf Aldehydammoniak (G. Meyer, Ber. 1883), resultirt neben harzartigen Producten nur Tetramethylammoniumjodid.

In der Sitzung vom 26. März 1889 machte Herr Professor Dr. Strahl weitere Mittheilungen:

Ueber den Bau der Placenta. II.

Es wird eine grössere Reihe von Präparaten über die vergleichende Anatomie der Placenta vorgelegt und erklärt, die grosse Mehrzahl sind Durchschnitte, welche zugleich durch Embryo und Uteruswand gelegt sind.

Dieselben betreffen:

1. Das Verhalten des Raubthieruterus (Fuchs, Dachs) vor, während und nach der Ovulation; vom Dachs wird auch die, hier stark musculöse, Eierstockskapsel an Durchschnitten gezeigt.

2. Das Einwachsen der Zotten in die Karunkeln beim Schaf und das Verhalten des Uterusepithels hierbei; das früher an gleicher Stelle cylindrische Epithel ist sehr abgeplattet und nur durch besondere Färbungsmethoden nachzuweisen.

Digitized by Google

3. Es wird eine Uebersicht über die Bildung der placenta bei Nagern angeschlossen.

Es liegen als Untersuchungsobjecte vor: Eine fast vollständige Reihe der verschiedenen Entwicklungsstadien der Hamster-placenta, eine eben solche vom Meerschwein und eine gleiche für die erste Hälfte der Trächtigkeit vom Kaninchen. Es werden von allen 3 Thiergruppen Präparate aus den verschiedenen Trächtigkeitsstadien demonstrirt.

Es bieten diese 3 Placentarformen in ihrem feineren Bau so abweichende Bilder, dass man sie bereits in frühester Entwicklungszeit mit schwacher Loupenvergrösserung ohne weiteres von einander unterscheiden kann; sie stimmen in anderer Hinsicht aber auch wieder in ihrem Bau überein.

Letzteres besonders darin, dass man bei allen 3 Formen eine besonders characterisirte subplacentare Zone — verändertes Bindegewebe der Schleimhaut — findet; die Zone selbst ist aber bei den einzelnen Gruppen wieder durchaus verschieden gebaut; ferner ist eine gewisse Uebereinstimmung im Verhalten der feineren mütterlichen und fötalen Gefässe bei der entwickelten Placenta vorhanden.

Die reife Meerschwein-Placenta ist von Creighton beschrieben und von Ercolani abgebildet. Die Abbildung von Ercolani stimmt jedoch nicht mit dem überein, was meine Durchschnitte von Placenten aus dem Ende der Schwangerschaft zeigen; sie ist vermuthlich nach einem Object aus früherer Entwicklungszeit dargestellt. Auch ihre Deutung ist in mancher Beziehung nicht zutreffend: so ist die der Dottersackwand anderer Thiere entsprechende Lage als Chorion bezeichnet, während dieselbe bereits viel früher von Bischoff richtig erkannt war.

Die reife Placenta bietet auf dem Durchschnitt ein Bild, das Creighton als an eine Leber erinnernd bezeichnet hat. Es ist dieser Vergleich jedoch für den senkrechten Durchschnitt zutreffender als für den Flächenschnitt.

Die Ränder der einzelnen den Leberläppchen entsprechen-

Digitized by Google

den Abtheilungen färben sich in basischen Anilinfarben sehr auffällig.

Dieselben bestehen aus einem eigenthümlichen protoplasmatischen Netzwerk mit grossen Kernen und enthalten keine fötalen Gefässe, diese finden ihre Verbreitung nur in dem Inneren der Läppchen, mütterliche und fötale Gefässe sind durch schmale Zellenlagen von einander getrennt, welche selbst einen Unterschied von fötalem und mütterlichem Gewebsantheil nicht erkennen liessen. Von dem eigenthümlichen Gebilde in der Meerschweinplacenta, welches Ercolani einem Wiederkäuer Cotyledo verglichen hat und das auch Creighton kennt, finde ich am Ende der Gravidität nichts mehr vor. Für mittlere Schwangerschaftszeit dagegen ist dasselbe von genannten beiden Beobachtern richtig dargestellt; es bildet dann gewissermassen einen Stil für den oberen Theil der Placenta. Dieser verhält sich dann ebenso, wie oben für das ältere Stadium beschrieben, nur sind die färbbaren Septen breiter, als später.

Aeusserst eigenthümlich ist das Bild kurz vor Anlagerung der Allantois an die Uteruswand.

Die Placentaranlage besteht alsdann lediglich aus dem Protoplasmanetzwerk welches später die Ränder zwischen den Lappen bildet; in diesem verlaufen mütterliche Gefässe die stellenweise blasse Kugeln von eigenthümlicher Farbenreaction enthalten. Dies Protoplasmanetzwerk wird von Duval für ectodermal erklärt und soll von der Mutter vascularisirt werden; auch Selenka lässt den sog. Träger — nach ihm eine Ectodermanlage — von mütterlichen Gefässen durchwachsen werden; ich möchte erst die Beweisgründe, welche Duval in einer ausführlicheren Arbeit zu bringen verspricht, abwarten, ehe ich auf die Besprechung dieser Ansicht eingehe, inzwischen aber doch darauf aufmerksam machen, das in noch früherer Zeit an gleicher Stelle sich sehr eigenartige Gefässräume mit mütterlichen Gefässwänden vorfinden; wenn sich von diesen die genannte Placentarabtheilung wenigstens theilweise ableiten

Digitized by Google

liesse, so würde die Erklärung des späteren Befundes jedenfalls einfacher.

Anm. Ueber das Verhalten des Embryo füge ich hier nur bei, dass die Vertheilung der Dottersacksgefässe, namentlich der Randgefässe anders sein kann, als Bischoff's Figuren zeigen; dasselbe stimmt auch nicht mit dem von van Beneden für das Kaninchen richtig Dargestellten überein.

Von dem eben kurz beschriebenen Verhalten der Meerschweinplacenta unterscheidet sich die des Hamster in allen Entwicklungsstadien.

Auch das Ei des Hamsters kapselt sich zwar in ähnlicher Weise, wie dies von den Eiern anderer Nager mit invertirten Keimblättern bekannt ist, von der Uterinhöhle ab, und bereits während dieses Vorganges treten die ersten Veränderungen in der Uteruswand auf; dieselben sind aber von den entsprechenden bei cavia ganz verschieden. Das eben beschriebene Protoplasmanetzwerk fehlt hier völlig und noch zu einer Zeit, in welcher die Allantoisgefässe bereits der Uteruswand sich anlegen, ist von einer stärkeren eigenen Gewebslage, welche den Allantoisgefässen als Unterlage dienen könnte, nicht die Rede.

Die frühesten Erscheinungen im Uterus bestehen:

1. im Verdrängen der Uterindrüsen in die Tiefe.
2. in der Bildung erweiterter Gefässräume in dem Bindegewebe der Schleimhaut.
3. in der Vergrösserung eines Theils der Zellkerne in dem Bindegewebe der Kapselwand.

Dann folgt nach völliger Abkapselung des Eies die Bildung eines Ringes eigenartiger Gefässräume an der mesometralen Seite des Uterus und inmitten dieses Ringes, der aber späterhin selbst niemals in die Placenta einbezogen wird, bildet sich durch Anlagerung der Allantois die eigentliche Placenta.

Diese unterscheidet sich von der Meerschweinplacenta zunächst durch das Fehlen von einzelnen Abtheilungen. Sie stimmt mit derselben in der Anordnung mütterlicher und fötaler Gefässe darin überein, dass beide durch schmale Zellsepten

Digitized by Google

von einandergeschieden werden, die eine Trennung mütterlichen und fötalen Gewebes nicht gestatten.

Der mütterliche Gefässring um die placenta wird sehr weit, er kann zeitweilig auf die Innenwand der Decidualkapsel, in der das Ei liegt, weit hinaus Ausläufer schicken. Er ist durchsetzt von sehr feinen Septen; die Kerne seiner Wandungen verwandeln sich in die bekannten eigenthümlichen grossen Decidualkerne. Die Entstehung dieser ist möglicher Weise eine doppelte, indem sowohl Bilder vorhanden sind welche auf eine Vereinigung kleiner Kerne zu grossen deuten (Masius) als auch andere, welche auf eine Vergrösserung der Gefässendothelien hinweisen.

Ein eigenthümliches Verhalten zeigen auch die mütterlichen Blutkörper in der reifen Placenta; ich werde an anderer Stelle genauer auf dasselbe eingehen.

Die Dottersackszotten enthalten einen diffusen orangegelben Farbstoff (vergl. O. Nasse's Mittheilungen über Sorex), der mit den Farbstoffen der Hundeplacenta aber nichts gemein hat.

Die Decidualkapsel von cavia und cricetus kann mit der Decidua reflexa des Menschen nicht ohne weiteres verglichen werden, sondern weicht in Lage und Bau erheblich von dieser ab.

Ich habe beim Hamster auch das Verhalten des Uterus post partum untersucht; kurz nach der Geburt ist die Placentarstelle gekennzeichnet durch grosse Bindegewebszotten mit starkem Epithelüberzug; die Epithelzellen zeigen andeutungsweise eine netzartige Structur des Protoplasma, welche sich viel deutlicher bei der Hündin — und bei dieser auch länger post partum — findet.

Im zweiten Stadium sind die Zotten verschwunden und die Bindegewebslage nur noch von grösseren Gefässräumen durchsetzt. Im dritten fehlen auch diese und man erkennt die alten Placentarstellen nur an einem Klumpen gelblich pigmentirter Zellen am mesometralen Uterusrande. —

Die Placenta des Kaninchens weicht wieder völlig von dem eben Beschriebenen ab; schon das Verhalten der Eihäute

Digitized by Google

zur Uteruswand ist ein ganz anderes, da ja bekanntlich das Kaninchen nicht von der Uterushöhle sich abkapselt. Ich verzichte hier aber auf eine Darstellung derselben, da ich einen Theil der hier in Frage kommenden Verhältnisse bereits in einem im Archiv für Anatomie im Druck befindlichen Aufsatz beschrieben habe. Dort ist auch die vor kurzem erschienene Arbeit von Masius sowie die Mittheilung von Duval berücksichtigt.

Ich füge nur noch zu, dass ich vor einiger Zeit den herausgenommenen trächtigen Uterus eines Nagers — wahrscheinlich mus amphibius — erhielt. Die Placenta war im Bau der des Hamsters ähnlich, zeigte aber doch in manchen Beziehungen Abweichungen; es werden sich vermuthlich noch weitere Typen der Nagerplacenta finden.

Kleine Abweichungen von der Placenta des Hamsters, der sie sonst ähnlich ist, zeigt nemlich auch die der weissen Maus. Hier ist mir besonders die Formveränderung der Kerne in den grosskernigen Decidualzellen neben der Placenta aufgefallen. Dieselben werden mit der zunehmenden Verdünnung der Uteruswand zu schmalen und sehr abgeplatteten Gebilden umgewandelt, so dass sie auf dem Durchschnitt als lange dünne Stäbchen erscheinen; bei einem älteren Uterus vermisse ich sie ganz.

Ausserdem kommen innerhalb der Placenta und der Eihäute von Maus und Ratte structurlose Schichten vor, welche bei anderen Nagern fehlen. Dieselben sind namentlich bei der Ratte so entwickelt, dass sie eine Unterscheidung der Rattenplacenta von Hamster und Maus ermöglichen.

Anm. In den Sitzungsberichten vom 18. März 1887 habe ich eine eigenthümliche Sorte von stark färbbaren Körnern in den Zellen der secundären Augenblase beschrieben. Vermuthlich ähnliche Objecte sind später von Kastschenko, dann von Carius an Embryonen von cavia und zwar an den verschiedensten Stellen gefunden und auch Bonnet giebt neuerdings eine Abbildung derselben. Einzelne der heute vorgelegten Embryonen enthalten die gleichen Körper, die ich seither auch an Eidechsenembryonen vielfach gefunden haben.

Digitized by Google

Es sind die Körper vermuthlich auch complicirter im Bau, als man bis jetzt annimmt. An einzelnen Präparaten erkennt man, dass der gefärbte Körper in einer farblosen Hülle liegt, er kann in dieser halbmondförmig werden (vermuthlich durch Schrumpfung). Die Körper kommen nicht nur in den Zellen mit ruhenden Kernen, sondern sowohl bei Säugethier- als bei Reptilienembryonen auch in solchen, deren Kerne in der Theilung begriffen sind, vor.

In der Sitzung vom 26. März 1889 sprach der Assistent am anatomischen Institut dahier, Herr Dr. J. J. Zumstein:

Ueber den Bronchialbaum des Menschen und einiger Säugethiere.

In der anatomischen Sammlung der Hochschule zu Bern befindet sich eine Anzahl von Metallausgüssen der Lunge des Menschen und verschiedener Säugethiere, ferner von einigen Vögeln, welche der verstorbene Prof. Aeby angefertigt hat. Ein Theil derselben ist abgebildet in der Arbeit Aebys: der Bronchialbaum der Säugethiere und des Menschen, nebst Bemerkungen über den Bronchialbaum der Vögel und Reptilien. 1880.

Das Studium jener Ausgüsse und der Schrift Aebys gab mir bereits zu der Zeit, als ich an dem anatomischen Institute in Bern angestellt war, Veranlassung, weitere Versuche in gleicher Richtung anzustellen.

Die Methode der Metallinjection hat einmal den Nachtheil kostspielig zu sein und giebt, nach meinem Dafürhalten, nicht genügend Sicherheit gegen Lageveränderungen im Bereiche der Lungen in Folge der Schwere des Metalles, und schliesslich scheinen nur selten die Ausgüsse vollkommen auszufallen.

Ich versuchte desshalb die bekannte Corrossionsmasse aus Wachs und Colophonium und bin mit den durch sie gewonnenen Resultaten sehr zufrieden: Man hat, bei entsprechender Uebung und Vorsicht, es in der Hand, mehr oder minder weitgehende Füllungen des Bronchialbaumes vorzunehmen, nach Umständen auch partiell oder total den respirirenden Theil der Lunge mitzufüllen.

Digitized by Google

Die Gebrechlichkeit theilen solche Präparate übrigens mit den Metallausgüssen, wenn sie auch vielleicht in etwas höherem Grade Verletzungen ausgesetzt sind; durch zweckentsprechende Aufstellung kann man sie jedoch immerhin genügend schützen.

Bekanntlich hat nun Aeby in seiner so hoch interessanten Arbeit das Augenmerk auf gewisse Beziehungen zwischen dem Bronchialsystem und der Arteria pulmonalis gelenkt. Die von ihm mitgetheilten Resultate seiner Untersuchungen nach dieser Hinsicht sind indessen durch Präparation und nicht durch Injection gewonnen. Es schwebte mir nun der Gedanke vor, nicht allein durch die modificirte Injectionsmethode genauere Bilder der Verästelung, Stellung und des Calibers der Bronchien zu gewinnen, sondern in weiterer Verfolgung der Injections- und Corrosionsmethode leichter verständliche, übersichtlichere und vor allen Dingen möglichst zuverlässige Bilder von den Lagebeziehungen der Gefässe zu den Lungenkanälen herzustellen.

Ich verfuhr desshalb in folgender Weise:

Zunächst ist es Vorbedingung für das Zustandekommen tadelfreier Ausgüsse der Bronchien, die Injection derselben bei geschlossener Thoraxhöhle vorzunehmen und, wenn man sich auf die Erkenntniss von deren Verhalten beschränken will, den ganzen Thorax in die Corrosionsmasse zu versenken. Eine gewisse Brauchbarkeit haben allerdings auch, wie mich eine sehr grosse Reihe von vergleichenden Injectionen gelehrt hat, die Füllungen freiliegender Lungen; sie wollen indess immer controlirt sein durch Präparate der ersteren Art.

Lag nun die Absicht vor, auch das Verhalten der Gefässe zu prüfen, so wurde nach vollendeter Bronchialinjection die Thoraxhöhle mit der nöthigen Vorsicht geöffnet und von dem Herzen aus, das immerhin noch erreichbar bleibt, die Gefässfüllung mit anders gefärbter Masse vorgenommen. Ich habe theilweise allein die Arterie, theilweise allein die Venen, in einer erheblichen Zahl von Fällen beide Gefässe neben den Bronchien injicirt, schliesslich auch noch Gefässinjectionen ohne Injection der Bronchien ausgeführt.

Digitized by Google

Ein Vortheil resultirt aus einer gleichzeitigen Füllung der Gefässe: die Haltbarkeit des Bronchialausgusses nimmt erheblich zu. Sehr weit gehende Gefässinjection schadet — so schön solche Präparate auch sind — ebenso wie zu weit gehende Lungeninjection, der Uebersichtlichkeit der Bronchenverästelung; doch hat man, wie erwähnt, den Grad der Füllung genügend in der Hand.

Meine Injectionen sind ausgeführt beim Menschen an Neugebornen und Erwachsenen; bei Thieren an Hund, Katze, Igel, Dachs, Frettchen; an Schaaf und Ziege bei dem neugebornen und dem erwachsenen Thiere; bei Kaninchen, Ratte, Hamster, Meerschwein, beim Schnabelthier und schliesslich bei einigen Vögeln.

Gewisse Bedenken über Einzelheiten der Angaben der Aebyschen Schrift waren mir schon früher aufgestiegen und aus diesem Grunde vor Allem unternahm ich meine Versuche. Je vollkommener diese Injectionen im Laufe der Zeit ausfielen, um so mehr glaube ich erkannt zu haben, dass noch mancherlei in diesem Thema zu bearbeiten bleibt, und wenn ich auch heute mit der seit Jahren fortgeführten Arbeit noch lange nicht zu Ende gekommen bin, so will ich mir doch erlauben, Einiges aus meinen Beobachtungen hier in Kürze mitzutheilen.

In Betreff der Lagerung von Herzen und Pulmonalgefässen zu den Lungen ergeben die Präparate Folgendes: Das Herz braucht nicht in der Bifurcation der Trachea gelegen zu sein; beim Dachs z. B., der eine sehr lange unter beinahe 180° sich theilende Trachea besitzt, liegt das Herz vor der Trachea und vor der Bifurcation.

Damit steht im Zusammenhang die Beziehung von Arteria pulmonalis zu dem Lungenkanalsystem. Bei der Lagerung, wie sie z. B. dem Menschen zukommt, muss natürlich die links von der Medianlinie beginnende Arteria pulmonalis, um mit ihrem rechten Aste den zugehörigen Lungentheil zu erreichen, den Bronchus dieser Seite kreuzen und geht dabei naturgemäss immer vor dem Bronchus her. Bei Dachs, Kaninchen, theilweise

Digitized by Google

auch bei dem Hund, geschieht aber die Theilung des Stammes der Art. pulmonalis höher oben, vor der Trachea, und damit fällt jene als typisch für das ep- und hyparterielle System angegebene Beziehung zum Bronchus fort.

Die Arterie läuft durchaus nicht immer hinter ihrem Bronchus, sondern wesentlich an der lateralen Seite. Auf beiden Seiten kann die Lage eine etwas verschiedene sein, und in dem weiteren Verlaufe kann die ursprüngliche Lageart in eine andere übergehen.

Die Vene, welche den Bronchus begleitet, zeigt nicht minder regelmässige Beziehungen zu diesem als die Arterie. Eine Verschiedenheit der Art, dass die Venenschwankende Verhältnisse zeigen, kann nicht festgestellt werden. Es ist ferner die Vene, wie die Arterie, für gewöhnlich einfach.

Die Beziehung der Gefässe zu den Bronchen ist insofern verschieden, als die Vene durchwegs auf der der Arterie entgegengesetzten Seite des Bronchus zieht.

Es scheint mir wünschenswerth, eine genauere Bestimmung jener gründlegenden Unterscheidung von ep- und hyparteriellen Bronchen vorzunehmen. Soll nur die Beziehung des Stammgefässes zum Bronchialbaum, oder soll die Beziehung der den betreffenden Bronchus begleitende Arterie Ausschlag gebend sein?

Es ist klar, dass in Folge des bogenförmig absteigenden Verlaufes der von links kommenden nach rechts gehenden Arteria pulmonalis Theile des rechten Lungensystemes oberhalb des Arterienstammes erscheinen, die im Uebrigen den entsprechenden linksseitigen Territorien ganz gleichwerthig sein können.

Bei trachealer Theilung der Arterie (siehe oben) fällt eine solche Unterscheidung ep- und hyparterieller Theile sofort weg, ohne dass sich im Aufbau der Lunge das geringste ändert.

Die interessantesten Beziehungen ergeben sich für das Frettchen. Nimmt man die Beziehung von Gefässsystem zu den Bronchen als principiell bedeutungsvoll an, so wäre doch zu erwarten, dass mindestens bei demselben Thiere die Verhältnisse constant blieben. Das trifft aber bei dem Frettchen nicht zu.

Digitized by Google

Ich bekam zufällig eine Reihe von Frettchen, Mustela putorius, zur Injektion. Auch Aeby hat es untersucht und stellt es zu den Thieren mit rechtseitigem eparteriellem Bronchus. Es ist dasselbe besonders günstig für die Untersuchung durch die starke Entwicklung der rückläufigen Bronchen. Von 10 Thieren, bei denen ich Bronchen und Arterien injicirte, zeigten acht keinen eparteriellen Bronchus, sondern nur hyparterielle. Nur zwei hatten über der Kreuzungsstelle der rechten Pulmonal-Arterie mit dem Bronchus einen sogenannten eparteriellen Bronchus. Bei diesen beiden letztern Fällen ist das Verhalten der Arterie wiederum ein Verschiedenes. Die Arterie, welche zum Lobus cardiacus oder infracardiacus hinzieht, geht gewöhnlich bei den Carnivoren hinter dem rechten ersten sogenannten hyparteriellen Bronchus hindurch. Bei dem einen Frettchen ist dieser Verlauf vorhanden, bei dem andern geht die Arterie vor dem genannten Bronchus entlang, ein Verhalten, wie ich es bei Schaf und Ziege regelmässig gefunden habe.

So wie hier stimmt die Classifikation Aebys auch für Ornithorhynchus nicht. Es sind also offenbar die Beziehungen der Gefässe zum Bronchialbaum nicht so constant, wie dies Aeby angiebt. Durch die Methode der Doppelinjection wird man jedenfalls noch häufiger Abweichungen constatiren können.

Die Lunge des Menschen gehört nach meinen Erfahrungen zu den wenigst günstigen für die Feststellung allgemein gültiger, typischer Beziehungen des Bronchialsystems, speciell dieses zu den Gefässen.

Auch die Angabe Aeby's, dass in dem sogenannten hyparteriellen System beider Lungen grosse Gesetzmässigkeit herrsche, also dem eparteriellen allein die Verschiedenheiten der Lungen zuzuschieben seien, finde ich nicht gerechtfertigt, ebenso wie die Eintheilung der Seitenbronchen in dorsale und ventrale so ohne weiteres nicht durchführbar erscheinen will.

Ich werde gelegentlich Veranlassung nehmen, auf dieses Thema wieder zurückzukommen.

Digitized by Google

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 12. Juli 1889 sprach Herr Privatdocent Dr. Plate über Rotatocien (die Arbeit ist anderweitig veröffentlicht).

Neu eingegangene Schriften:

Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Cordoba. Tom. X Entr. 1. Buenos-Aires 1887.

Societatum litterae 1887 9/10, 1888 3/4.

Monatl. Mittheilungen aus dem Gesammtgebiet der Naturwissenschaften von E. Huth. Jahrg. 5. 7. 8. 11. 12.

H. Knoblauch, Ueber die elliptische Polarisation der Wärmestrahlen bei der Reflexion von Metallen. Halle 1887.

Bulletin de la Societé impériale des Naturalistes de Moscou 1888 Nr. 1.

Journal of the royal Society of New South Wales. Vol. XXI. 1887.

Bulletin of the California Academy of Sciences. Vol. 2. Nr. 8. 1887.

Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. XXXI. Washington 1888.

Bourke, Human Ordure and human urine. Washington 1888.

Memoirs of the Boston Society of natural history. Vol. IV. Nr. 1—4. Boston 1888.

Mc. Coy, natural history of Victoria. Dec. I—XIV. Melbourne 1878/87.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College (Ehlers, Annelids). Vol. XV. Cambridge 1887.

Mittheilungen aus der medicinischen Facultät der k. japanischen Universität. Bd. I, Nr. 2. Tokio 1888.

Journal of the New-York microscopical Society. VolI. V Nr. 2.

Wegweiser durch die ungarischen Karpathen. Iglo 1888

Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society 1887, 4. Jahrg. Part. 2.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 3. December 1889.

In der wissenschaftlichen vom Sitzung 4. December 1889 hielt Herr Privatdocent Dr. A. Elsas einen Vortrag:

Zur Theorie der Bessel'schen Functionen.

Die Beiträge zur Theorie der Bessel'schen oder Cylinder-Functionen, welche ich der Oeffentlichkeit übergeben möchte, enthalten die grundlegenden Betrachtungen einer noch nicht abgeschlossenen grösseren Arbeit. Die Bessel'schen Functionen sind in vielen Problemen der theoretischen Physik unentbehrliche Hülfsmittel der Analyse. In der Lehre von den Kräften, welche umgekehrt proportional dem Quadrat der Entfernung wirken, kommt besonders das Integral J_0 und ein zweites particuläres Integral der Bessel'schen Differentialgleichung, welche durch J_0 befriedigt wird, häufig in Anwendung, während in der theoretischen Akustik z. B. die Analyse der Schwingungen von kreisförmigen Membranen und Platten die Kenntniss der allgemein mit J_n bezeichneten Functionen verlangt.

Diese hervorragende Bedeutung der Bessel'schen Functionen für die theoretische Physik veranlasste mich, zweimal Vorlesungen zu veranstalten, in welchen ich das für den Physiker Unentbehrliche und Wichtige aus der sehr umfangreichen mathematischen Litteratur herrauszuheben mich bemühte. Es erschien mir dabei besonders wünschenswerth, von vorneherein den Zusammenhang zwischen der Function J_0 mit reellem und

Digitized by Google

imaginären Argument und der Grösse $\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}} = \frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}}$ zu betonen, und die Gleichungen, welche diese Beziehung feststellen, auf die einfachste Weise einzuführen. Ich hoffe, dass die mitzutheilenden elementaren Beweise dennoch der nothwendigen Strenge nicht ermangeln. Wenn an einzelnen Stellen Integrationsfolgen umgekehrt werden, ohne dass die Zulässigkeit dieser Operation besonders bewiesen wird, oder Schlussfolgerungen auftreten, welche den Functionentheoretiker zu einer Discussion über ihre allgemeine Gültigkeit veranlassen könnten, so wird doch der Zusammenhang der Gleichungen die Zulässigkeit und Richtigkeit ausser Zweifel setzen.

§ 1. Nach dem Fourier'schen Lehrsatz lässt sich eine stetige und endliche Function $\varphi(z)$, welche mit z das Vorzeichen wechselt, darstellen durch ein Doppelintegral

$$\varphi(z) = \frac{1}{\pi}\int_0^{\infty} d\xi \sin z\xi \int_{-\infty}^{+\infty} d\eta\, \varphi(\eta) \sin \xi\eta \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Hiernach lässt sich die Funtion $\frac{1}{z\sqrt{\frac{r^2}{z^2}+1}}$ durch die Gleichung

$$\frac{1}{z\sqrt{\frac{r^2}{z^2}+1}} = \frac{1}{\pi}\int_0^{\infty} d\xi \sin z\xi \int_{-\infty}^{+\infty} d\eta \frac{\sin \xi\eta}{\eta\sqrt{\frac{r^2}{\eta^2}+1}} \quad . \quad (2)$$

oder durch

$$\frac{1}{z\sqrt{\frac{r^2}{z^2}+1}} = \frac{2}{\pi}\int_0^{\infty} d\xi \sin z\xi \int_0^{\infty} d\eta \frac{\sin r\xi\eta}{\eta\sqrt{\frac{1}{\eta^2}+1}} \quad . \quad (2\alpha)$$

als ein Doppelintegral ausdrücken.

Dieses bietet einen bequemen Ausgangspunkt für die Theorie der Cylinderfunctionen, was zu zeigen die nachfolgenden Betrachtungen bestimmt sind.

Digitized by Google

§ 2. Wir beginnen mit einer Umformung des Integrals (2α). In der bekannten Integralformel

$$\int_0^\infty d\eta \frac{\eta \sin \alpha\eta}{z^2+\eta^2} = \frac{\pi}{2} e^{-\alpha z} \qquad (\alpha > 0)$$

multipliciren wir beide Seiten mit $\frac{dz}{\sqrt{1-z^2}}$ und integriren zwischen den Grenzen 0 und 1 nach z. Dann ist das innere Integral links in der Gleichung

$$\int_0^\infty d\eta \,.\, \eta \sin \alpha\eta \int_0^1 \frac{dz}{(z^2+\eta^2)\sqrt{1-z^2}} = \frac{\pi}{2} \int_0^1 \frac{e^{-\alpha z}}{\sqrt{1-z^2}} dz$$

ausführbar und ergiebt $\frac{\pi}{2} \frac{1}{\eta\sqrt{1+\eta^2}}$. Also erhalten wir:

$$\int_0^\infty d\eta \frac{\sin \alpha\eta}{\sqrt{1+\eta^2}} = \int_0^1 d\eta \frac{e^{-\alpha\eta}}{\sqrt{1-\eta^2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

und stellen mit Hülfe dieser Integralformel

$$\frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty d\xi \sin z\xi \int_0^1 d\eta \frac{e^{-r\xi\eta}}{\sqrt{1-\eta^2}} \quad . \quad . \quad (4)$$

her. Da wir hierin r als eine wesentlich positive Grösse auffassen, so lässt sich in Bezug auf die Integration nach ξ von der bekannten Formel

$$\int_0^\infty d\xi \, e^{-a\xi} \sin b\xi = \int_0^\infty d\xi \, e^{-b\xi} \cos a\xi$$

Gebrauch machen, und man erhält weiter die nur für positive z geltende Gleichung:

$$\frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty d\xi \, e^{-z\xi} \int_0^1 d\eta \frac{\cos r\xi\eta}{\sqrt{1-\eta^2}} = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty d\xi \, e^{-z\xi} \int_{-1}^1 d\eta \frac{e^{ir\xi\eta}}{\sqrt{1-\eta^2}} \quad (5)$$

Digitized by Google

Diese für die Anwendung in der theoretischen Physik besonders wichtige Formel wurde von Hrn. R. Lipschitz auf anderem Wege abgeleitet [1]).

Die Integrale (4) und (5) lassen sich direct ausführen, wenn man die Integrationsfolge umkehrt. Man erhält hierbei:

$$\frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} = \frac{2}{\pi}\int_0^1 \frac{z\,d\eta}{(z^2+r^2\eta^2)\sqrt{1-\eta^2}}.$$

Es ist auch

$$\frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} = \frac{2}{\pi}\int_1^\infty \frac{r\eta\,d\eta}{(z^2+r^2\eta^2)\sqrt{\eta^2-1}}.$$

In diesem Integral setze man einmal

$$\frac{r\eta}{z^2+r^2\eta^2} = \int_0^\infty d\xi\, e^{-z\xi}\sin r\xi\eta$$

und ein ander Mal

$$\frac{r\eta}{z^2+r^2\eta^2} = \int_0^\infty d\xi\, e^{-r\xi\eta}\cos z\xi;$$

dann erhält man zwei weitere Doppelintegrale:

$$\frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} = \frac{2}{\pi}\int_0^\infty d\xi\, e^{-z\xi}\int_1^\infty d\eta\,\frac{\sin r\xi\eta}{\sqrt{\eta^2-1}} \quad . \quad . \quad (6)$$

$$\frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}} = \frac{2}{\pi}\int_0^\infty d\xi\cos z\xi\int_1^\infty d\eta\,\frac{e^{-r\xi\eta}}{\sqrt{\eta^2-1}} \quad . \quad . \quad (7).$$

Es ist gleichzeitig von Herrn H. Weber [2]) und von Herrn Mehler [3]) der strenge Nachweis geführt worden, dass die

---

1) Borchhardts Journal f. Math. Bd. 56, p. 189.

2) Borchhardts Journ. f. Math. Bd. 57, p. 81.

3) Math. Annalen 5, p. 141.

Digitized by Google

inneren Integrale der Gleichungen (5) und (6) für $0>r>\infty$ einander gleich sind:

$$\int_0^1 d\eta \frac{\cos r\xi\eta}{\sqrt{1-\eta^2}} = \int_1^\infty d\eta \frac{\sin r\xi\eta}{\sqrt{\eta^2-1}} \quad \ldots \quad (8)$$

Das Integral (7) lässt wieder eine Umformung zu. Aus der bekannten Formel

$$\int_0^\infty d\eta \frac{\varepsilon \cos a\eta}{\varepsilon^2+\eta^2} = \frac{\pi}{2} e^{-a\varepsilon} \qquad (a>0)$$

leitet sich ab:

$$\int_0^\infty d\eta \cos a\eta \int_1^\infty \frac{zdz}{(\varepsilon^2+\eta^2)\sqrt{z^2-1}} = \frac{\pi}{2} \int_1^\infty dz \frac{e^{-a\varepsilon}}{\sqrt{z^2-1}},$$

und wenn das Integral nach ε auf der linken Seite der Gleichung ausgeführt wird:

$$\int_0^\infty d\eta \frac{\cos a\eta}{\sqrt{\eta^2+1}} = \int_1^\infty d\eta \frac{e^{-a\eta}}{\sqrt{\eta^2-1}} \quad \ldots \quad (9)$$

eine Gleichung, welche der Beziehung (3) entspricht [1]).

Machen wir von derselben Anwendung auf die Gleichung (7), so erhalten wir schliesslich

$$\frac{1}{\sqrt{r^2+\varepsilon^2}} = \frac{2}{\pi} \int_0^\infty d\xi \cos z\xi \int_0^\infty d\eta \frac{\cos r\xi\eta}{\sqrt{\eta^2+1}}$$

$$= \frac{2}{\pi} \int_0^\infty d\xi \cos z\xi \int_0^\infty d\eta \frac{\cos \xi\eta}{\sqrt{\eta^2+r^2}} \quad \ldots \quad (10)$$

---

1) Riemann hat von der gleichbedeutenden Formel

$$\int_{-\infty}^{+\infty} d\eta \frac{e^{ia\eta}}{\sqrt{1+\eta^2}} = 2 \int_i^{\infty i} d\eta \frac{e^{ia\eta}}{\sqrt{1-\eta^2}}$$

Gebrauch gemacht, ohne dieselbe zu beweisen. (Zur Theorie der Nobili-schen Farbenringe; Poggendorff's Annalen 95, p. 130. 1855.)

Digitized by Google

Das ist aber dasjenige Doppelintegral, welches direct dem Fourier'schen Lehrsatz entspricht, wenn man voraussetzt, dass $\frac{1}{\sqrt{r^2+\varepsilon^2}}$ für positive und negative ε das gleiche Vorzeichen besitzt.

§ 3. Bekanntlich ist $\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2+\varepsilon^2}}$ eine Lösung der Laplace'schen Differentialgleichung

$$\Delta^2 u = \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{d\varepsilon^2} = 0,$$

und wenn man

$$x^2 + y^2 = r^2$$

macht, ist $\frac{1}{\sqrt{r^2+\varepsilon^2}}$ eine particuläre Lösung von

$$\frac{d^2u}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du}{dr} + \frac{d^2u}{d\varepsilon^2} = 0.$$

Nimmt man für u eine Entwickelung von der Form:

$$u = \int_0^\infty u_1(\xi, r) \cdot e^{i\xi\varepsilon} d\xi$$

an, und verlangt, dass das Differential der partiellen Differentialgleichung genüge, so ergiebt sich für die Function u_1 die gewöhnliche Differentialgleichung

$$\frac{d^2u_1}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du_1}{dr} - \xi^2 u_1 = 0 \quad \ldots \quad (11)$$

Desgleichen folgt aus der Voraussetzung

$$u = \int_0^\infty u_2(\xi, r) \cdot e^{-i\xi\varepsilon} d\xi$$

für u_2 die gewöhnliche Differentialgleichung

$$\frac{d^2u_2}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du_2}{dr} + \xi^2 u_2 = 0 \quad \ldots \quad (12)$$

Digitized by Google

Wenn man jede der Darstellungen von $\frac{1}{\sqrt{r^2+z^2}}$, welche im vorigen § entwickelt wurden, in die partielle Differentialgleichung einsetzt, so muss sie befriedigt werden. Verificiren wir diese Differentialeigenschaft für die Doppelintegrale (5) und (8), so ergiebt sich, dass

$$2\int_0^1 d\eta \frac{\cos r\xi\eta}{\sqrt{1-\eta^2}} = \int_{-1}^{+1} d\eta \frac{e^{ir\xi}}{\sqrt{1-\eta^2}}$$

der Differentialgleichung (12), und

$$\int_1^\infty d\eta \frac{e^{-r\xi\eta}}{\sqrt{\eta^2-1}}$$

der Differentialgleichung (11) genügt.

Für jede dieser Differentialgleichungen erhält man eine zweite particuläre Lösung wenn man beachtet, dass die erste in die zweite übergeht, indem r durch ir ersetzt wird, und vice versa [1]). Daher entspricht dem letzteren Integral

$$d\eta\int_1^\infty \frac{e^{-ir\xi\eta}}{\sqrt{\eta^2-1}} = \int_1^\infty d\eta \frac{\cos r\xi\eta}{\sqrt{\eta^2-1}} - i\int_1^\infty d\eta \frac{\sin r\xi\eta}{\sqrt{\eta^2-1}}$$

als Lösung der Differentialgleichung (12). Der reelle Bestandtheil dieser Lösung, nämlich

$$\int_1^\infty d\eta \frac{\cos r\xi\eta}{\sqrt{\eta^2-1}}$$

ist ein von den bereits gefundenen unabhängiges particuläres Integral. Dagegen ist nach der Gleichung (8)

$$\int_1^\infty d\eta \frac{\sin r\xi\eta}{\sqrt{\eta^2-1}} = \int_0^1 d\eta \frac{\cos r\xi\eta}{\sqrt{1-\eta^2}} \qquad (0<r<\infty).$$

Entsprechend leitet sich durch die Substitution ir statt r aus dem gefundenen particulären Integral der Gleichung (12)

---

1) Ich verdanke diese Bemerkung einer gütigen Mittheilung des Herrn R. Lipschitz.

Digitized by Google

$$\int_{-1}^{+1} d\eta \frac{e^{-r\xi\eta}}{\sqrt{1-\eta^2}}$$

als zweite particuläre Lösung von (11) ab.

§ 4. Für $\xi=1$ gehen die Differentialgleichungen (11) und (12) über in

$$\frac{d^2u_1}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du_1}{dr} - u_1 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (13)$$

$$\frac{d^2u_2}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du_2}{dr} + u_2 = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

Wir werden uns im Folgenden auf die Betrachtung der letzteren Gleichung beschränken, da ja jede Lösung dieser durch die Substitution ir in eine Lösung der anderen übergeführt wird. Dieselbe bildet einen Specialfall der allgemeineren Gleichung:

$$\frac{d^2u}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du}{dr} + \left(1 - \frac{n^2}{r^2}\right)u = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

in welcher n eine reelle positive oder negative Zahl sein soll. Für $n = o$ geht die Gleichung in diese Gleichung (14) über.

Sind die Lösungen der letzteren Differentialgleichung bekannt, so kann man auf einfache Weise daraus Lösungen von (15) ableiten, wenn man in Bezug auf n die Einschränkung macht, dass es eine ganze Zahl sei.

Es ist allgemein:

$$\left[\frac{n}{r} - \frac{d}{dr}\right]\left[\frac{d^2u}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du}{dr} + \left(1 - \frac{n^2}{r^2}\right)u\right] =$$

$$\left[\frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d}{dr} + \left(1 - \frac{(n+1)^2}{r^2}\right)\right]\left[\frac{n}{r} - \frac{d}{dr}\right]u \quad . \quad (16)$$

Daraus folgt:

Ist $J_n(r)$ eine Lösung der Differentialgleichung

$$\frac{d^2n}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du}{dr} + \left(1 - \frac{n^2}{r^2}\right)u = 0,$$

Digitized by Google

so ist $\frac{n}{r} J_n(r) - \frac{d J_n(r)}{dr}$ eine Lösung der Gleichung

$$\frac{d^2 u}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du}{dr} + \left(1 - \frac{(n+1)^2}{r^2}\right) u = 0,$$

für welche wir die $J_n(r)$ entsprechende Bezeichnung $J_{n+1}(r)$ annehmen wollen. Man hat also zur Ableitung der $J_0(r)$ entsprechenden Lösungen von (15) n mal die Recursionsformel

$$J_{n+1}(r) = \frac{n}{r} J_n(r) - \frac{d J_n(r)}{dr} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (17)$$

anzuwenden und erkennt leicht, dass dieses Verfahren

$$J_n(r) = \frac{r^n}{1.3.5.\ldots.(2n-1)} \int_{-1}^{+1} e^{ir\eta} (1-\eta^2)^{n-\frac{1}{2}} \, d\eta \quad . \quad (18)$$

ergiebt.

Neben der Gleichung (16) besteht die Relation:

$$\left[\frac{n}{r} + \frac{d}{dr}\right] \left[\frac{d^2 u}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{du}{dr} + \left(1 - \frac{n^2}{r^2}\right) u\right] =$$

$$\left[\frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d}{dr} + \left(1 - \frac{(n-1)^2}{r^2}\right)\right] \left[\frac{n}{r} + \frac{d}{dr}\right] u \quad . \quad (19),$$

woraus wir die Beziehung

$$J_{n-1}(r) = \frac{n}{r} J_n(r) + \frac{d J_n(r)}{dr} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

ableiten. Die Verbindung von (17) und (20) ergiebt:

$$J_{n-1}(r) + J_{n+1}(r) = 2\frac{n}{r} J_n(r) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

$$J_{n-1}(r) - J_{n+1}(r) = 2\frac{d J_n(r)}{dr} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

Dabei ist indessen zu beachten, dass die letzten drei Gleichungen nur für $n \geqq 1$, nicht aber für $n = 0$ gelten. Will man (22) für $n = 0$ als Definition von $J_{-1}(r)$ gelten lassen, so ergiebt die Summirung von $2\frac{d J_0(r)}{dr} + J_1(r)$ das Integral für $J_1(r)$ mit

Digitized by Google

negativem Vorzeichen; man erhält also bei Ausdehnung der Gleichungen auf negative n keine neuen Integrale.

Die Gleichungen (17), (20), (21) und (22) gelten nicht allein für die durch (18) definirte Function $J_n(r)$, sondern auch für jede andere Lösung der Differentialgleichung (15), welche die durch die Recursionsformeln vorgeschriebenen Operationen zulässt. Eine solche particuläre Lösung soll im nächsten Paragraphen betrachtet werden, nämlich die von Hrn. C. Neumann aufgestellte Function $Y_n(r)$.

§ 5. Wenn $n > 0$ ist, kann man die Beschränkung, dass es in der Differentialgleichung (15) und im Integral (18) eine ganze Zahl sei, fallen lassen und n als eine continuirlich veränderliche Grösse betrachten. Das Integral hört dann nicht auf, eine Lösung der Differentialgleichung zu sein. Nun ist

$$\frac{d}{dn}\left[\frac{d^2u}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{du}{dr}+\left(1-\frac{n^2}{r^2}\right)u\right]=$$

$$\left[\frac{d^2}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{d}{dr}+\left(1-\frac{n^2}{r^2}\right)\right]\frac{du}{dn}-\frac{2n}{r^2}u. \quad . \quad . \quad (23)$$

Daraus folgt:

Ist $J_n(r)$ eine particuläre Lösung der Differentialgleichung (15), so ist

$$\lim.\left[\frac{dJ_n(r)}{dn}\right]_{n=0}$$

eine particuläre Lösung von (14).

Wir haben

$$\frac{d}{dn}\, r^n \int_{-1}^{+1} e^{ir\eta}(1-\eta^2)^{n-\frac{1}{2}}\, d\eta =$$

$$r^n \log r \int_{-1}^{+1} e^{ir\eta}(1-\eta^2)^{n-\frac{1}{2}}\, d\eta + r^n \int_{-1}^{+1} e^{ir\eta}(1-\eta^2)^{n-\frac{1}{2}} \log(1-\eta^2)\, d\eta$$

$$= r^n \int_{-1}^{+1} e^{ir\eta}(1-\eta^2)^{n-\frac{1}{2}} \log r\,(1-\eta^2).\, d\eta.$$

Digitized by Google

Daher ist die neue Lösung der Differentialgleichung (14):

$$Y_0(r) = J_0(r) \cdot \log r + \int_{-1}^{+1} e^{ir\eta} \cdot (1-\eta^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot \log(1-\eta^2) \cdot d\eta$$

$$= \int_{-1}^{+1} e^{ir\eta} \cdot (1-\eta^2)^{-\frac{1}{2}} \cdot \log r(1-\eta^2) \cdot d\eta \quad . \quad . \quad (24)^1)$$

Bezeichnen wir nun mit $Y_n(r)$ Lösungen der Differentialgleichung (15) für ganzzahlige positive n, so hängen die Functionen $Y_n(r)$ mit $Y_0(r)$ ganz in derselben Weise zusammen wie die Functionen $J_n(r)$ mit $J_0(r)$. Die $Y_n(r)$ können also aus $Y^0(r)$ berechnet werden durch wiederholte Anwendung der Formel

$$Y_{n+1}(r) = \frac{n}{r} Y_n(r) - \frac{d Y_n(r)}{dr} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25),$$

welche der Recursionsformel (17) entspricht. Die Berechnung von $Y_1(r)$, $Y_2(r)$.. lässt indessen nicht leicht die allgemeine Form von $Y_n(r)$ erkennen.

Zweckmässiger geht man von der Gleichung (23) aus und setzt

$$Y_n(r) = \frac{d J_n(r)}{dn} - \left[a_1 \frac{J_n(r)}{r} + a_2 \frac{J_{n-2}(r)}{r^2} + a_3 \frac{J_{n-3}(r)}{r^3} \ldots + a_n \frac{J_0(r)}{r^n} \right],$$

zu welcher Form die ersten Anwendungen der Gleichung (25) Veranlassung geben. Die Coefficienten $a_1, a_2 .. a_n$ sind nach (23) dadurch zu bestimmen, dass man mit dem Ausdruck in der Klammer die Operation $\left[\frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d}{dr} + \left(1 - \frac{n^2}{r^2}\right)\right]$ vornimmt und das Resultat gleich $\frac{2n}{r^2} J_n(r)$ macht.

---

1) Man vergleiche hierzu die Ableitungen von C. Neumann und von E. Lommel in deren bekannten Schriften über die Bessel'schen Functionen.

Digitized by Google

Berücksichtigt man, dass

$$\frac{d^2 J_{n-m}(r)}{dr^2} + \frac{1}{r}\frac{d J_{n-m}(r)}{dr} + \left(1 - \frac{(n-m)^2}{r^2}\right) J_{n-m}(r) = 0$$

ist, so ist das unmittelbare Resultat der Operation:

$$-\sum_{m=1}^{m=n}\left(\frac{2m\,a_m}{r^{m+1}}\frac{d J_{n-m}(r)}{dr} + \frac{2m(n-m)\,a_m}{r^{m+2}} J_{n-m}(r)\right).$$

Die Anwendung der Formel (17) auf den Differentialquotienten macht hieraus

$$\sum_{m=1}^{m=n}\left(\frac{2m\,a_m}{r^{m+1}} J_{n-m+1}(r) - \frac{4m(n-m)}{r^{m+2}} J_{n-m}(r)\right),$$

und man hat also zur Bestimmung der Coëfficienten a die Gleichung

$$n J_n(r) = \sum_{m=1}^{m=n}\left(\frac{m\,a_m}{r^{m-1}} J_{n-m+1}(r) - \frac{2m(n-m)\,a_m}{r^m} J_{n-m}(r)\right),$$

$$\begin{aligned} n J_n(r) = a_1 J_n(r) &- \frac{2.1.(n-1)\,a_1}{r} J_{n-1}(r) + \frac{2a_2}{r} J_{n-1}(r) \\ &- \frac{2.2.(n-2)\,a_2}{r^2} J_{n-2}(r) + \frac{3a_3}{r^2} J_{n-2}(r) \\ &- \frac{2.3.(n-3)\,a_3}{r^2} J_{n-3}(r) + \frac{4a_4}{r^2} J_{n-3}(r) \\ &\quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ &\quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ &- \frac{2.(n-1).1\,a_{n-1}}{r^{n-1}} J_1(r) + \frac{n a_n}{r^{n-1}} J_1(r), \end{aligned}$$

woraus folgt:

$$a_1 = n,\ a_2 = \frac{2.1.(n-1)}{2} a_1,\ a_3 = \frac{2.2.(n-2)}{3} a_2,$$

$$a_4 = \frac{2.3.(n-3)}{4} a_3,\ \ldots,\ a_m = \frac{2(m-1)(n-m+1)}{m} a_{m-1}$$

Digitized by Google

und weiter:

$$a_2 = \frac{2n(n-1)}{2},\quad a_3 = \frac{2^2 . n(n-1)(n-2)}{3},\quad a_4 = \frac{2^3 . n(n-1)(n-2)(n-3)}{4},$$

$$a_m = \frac{2^{m-1} . n(n-1)\ldots(n-m+1)}{m}.$$

Man hat also:

$$Y_n(r) = \frac{dJ_n(r)}{dn} - \frac{1}{2}\sum_{m=1}^{m=n} \frac{2^m . n(n-1)\ldots(n-m+1)}{m r^m} J_{n-m}(r) \quad (26)$$

Bei der Ausführung der Differentiation nach n kann man den von der Gammafunction herrührenden Ausdruck, der sich von $J_n(r)$ nur durch einen von r unabhängigen Factor unterscheidet und daher für sich die Differentialgleichung (15) befriedigt, fortlassen. Dann ist der einfachste Ausdruck für die Bessel'sche Function zweiter Art:

$$Y_n(r) = J_n(r)\log r + \frac{1.3.5\ldots(2n-1)}{r^n}\int_{-1}^{+1} e^{ir\eta}(1-\eta^2)^{n-\frac{1}{2}}\log(1-\eta^2)\,d\eta$$

$$-\frac{1}{2}\sum_{m=1}^{m=n}\frac{2^m . n . (n-1)\ldots(n-m+1)}{m r^m} J_{n-m}(r) \quad . \quad . \quad (27)$$

§ 6. Führt man in den Ausdruck für $J_0(r)$ statt der Variabelen η die neue Veränderliche φ durch die Gleichung $\eta = \cos\varphi$ ein, so wird

$$J_0(r) = \int_0^{\pi} e^{ir\cos\varphi}\,d\varphi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (28)$$

Es ist aber auch

$$J_0(r) = 2\int_0^1 \frac{\cos r\eta\,d\eta}{\sqrt{1-\eta^2}} = 2\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos(r\cos\varphi)\,d\varphi = \int_{-\frac{\pi}{2}}^{+\frac{\pi}{2}} \cos(r\cos\varphi)\,d\varphi.$$

Digitized by Google

Führt man in das letztere Integral $\frac{\pi}{2} - \varphi$ statt φ als Veränderliche ein, so resultirt:

$$J_0(r) = \int_0^{\pi} \cos(r \sin \varphi)\, d\varphi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (29)$$

Um aus dieser Gleichung eine neue Form von $J_n(r)$ abzuleiten, welche mit der ursprünglichen von Bessel gegebenen Definition übereinkommt, berechnen wir zunächst $J_1(r) = -\frac{dJ_0(r)}{dr}$.

Wir erhalten unmittelbar $\int_0^{\pi} \sin(r \sin \varphi) \sin \varphi \, d\varphi$; da aber $\int_0^{\pi} \cos(r \sin \varphi) \cos \varphi \, d\varphi = 0$ ist, haben wir auch

$$J_1(r) = \int_0^{\pi} \cos(r \sin \varphi - \varphi)\, d\varphi,$$

von welchem Ausdruck ausgehend wir leicht durch die Recursionsformel (17)

$$J_n(r) = \int_0^{\pi} \cos(r \sin \varphi - n\varphi)\, d\varphi \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (30)$$

erhalten.

Von dem Ausdruck (28) leitet man mit Hülfe der Gleichung (17) ab:

$$J_n(r) = (-i)^n \int_0^{\pi} e^{ir\cos\varphi} \cos n\varphi \, d\varphi \quad . \quad . \quad . \quad (31)$$

eine Gleichung, welche wir benutzen wollen, um

$$Y_0(r) = J_0(r) \log r + 2 \int_0^{\pi} e^{ir\cos\varphi} . \log \sin \varphi \, . \, d\varphi$$

durch die Functionen $J_n(r)$ darzustellen.

Digitized by Google

Es ist

$$\log \sin \varphi = -\log 2 - \sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{\cos 2p\varphi}{p}$$

Also haben wir, wenn wir $2J_0(r)\log 2$ fortlassen,

$$Y_0(r) = J_0(r).\log r - 2\sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{1}{p} \int_0^{\pi} e^{ir\cos\varphi}.\cos 2p\varphi\,.\,d\varphi$$

oder, zufolge der Gleichung (31):

$$Y_0(r) = J_0(r).\log r - 2\sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{(-1)^p}{p} J_{2p}(r) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (32)$$

Das Integral

$$\frac{r^n}{1.3.5..(2n-1)} \int_{-1}^{+1} e^{ir\eta} (1-\eta^2)^{n-\frac{1}{2}} \log(1-\eta^2)\, d\eta$$

in dem Ausdruck für $Y_n(r)$, Gleichung (27), ist nicht so einfach auf die Bessel'schen Functionen $J_n(r)$ zurückzuführen. Man beachte indessen, dass es durch Anwendung der Formel (17) auf das entsprechende Integral in dem Ausdruck für $Y_0(r)$ hervorgeht. Von dem Werthe der Function $Y_0(r)$, wie er durch (32) ausgedrückt wird, ausgehend, hat Herr C. Neumann successive $Y_1(r)$, $Y_2(r)\ldots Y_n(r)$ berechnet und gefunden:

$$Y_n(r) = J_n(r)\log r - \frac{1}{2}\sum_{m=1}^{m=n} \frac{2^m.n(n-1)..(n-m+1)}{m.r^m} J_{n-m}(r)$$

$$-4\sum_{p=1}^{p=\infty} \frac{(-1)^p.(n+2p)}{2p(2n+2p)} J_{n+p}(r) - \left(1+\frac{1}{2}+\frac{1}{3}\ldots+\frac{1}{n}\right) J_n(r). \quad (33)$$

Digitized by Google

Aufgelegte Schriften:

Bericht des naturw.-medicin. Vereins zu Innsbruck. XVII. Jahrg. Innsbruck 1888.

Bericht des naturwiss. Vereins zu Regensburg. Heft I. Regensburg 1888.

Bericht über die Sitzungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle 1887. Halle 1888.

Annual Report of the geological and natural History Survey of Canada. Vol. II. Montreal 1887.

Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissensch. Kenntnisse in Wien. Bd. XXVIII. Wien 1888.

Sitzungsber. der physikal.-medicinischen Societät zu Erlangen. Heft 18. Erlangen 1886.

Sitzungsber. der physikal.-medicinischen Societät zu Erlangen. 1888. München 1888.

Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. N. F. Jahrg. XXXI u. XXXII. Chur 1888 u. 1889.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. Vol. XIV—XVIII. Cambridge 1888 u. 1889.

Anales del Museo Nacional, Republica de Costa Rica. Tom I. San José 1888.

Jahresbericht u. Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Magdeburg 1887. Magdeburg 1888.

Notizblatt des Vereins für Erdkunde zu Darmstadt. IV. Folge. Heft 8 u. 9. Darmstadt 1887 u. 1888.

Leopoldina, Heft XXIV Nr. 11—24. Heft XXV Nr. 1—22.

Archivos do Museo Nacional do Rio de Janeiro. Vol. VII. Rio de Janeiro 1887.

Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Cordoba. Tom X Entr. 2. Tom XI Entr. 1—3. Buenos Aires 1887 u. 1888.

Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. IV 1888 1.—3. Heft. V 1889 1. Heft. München 1888 u. 1889.

Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M. 1888. Frankfurt a. M. 1888.

Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. XV. Heft 3. Frankfurt a. M. 1888.

III. Jahresbericht der geographischen Gesellschaft zu Greifswald. I. u. II. Theil. Greifswald 1888 u. 1889.

Sitzungsberichte der naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig. Jahrg. 13 u. 14. Leipzig 1888.

Acta Societatis pro fauna et flora fennica. Vol. III u. IV. Helsingfors 1886/88.

Digitized by Google

Meddelanden of Societas pro fauna et flora fennica. Heft 14. Helsingfors 1888.

34. und 37. Jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover. Hannover 1888.

Berichte der naturforschenden Gesellschaft in Freiburg i. B. Bd. II—IV. Freiburg 1887—89.

Bolletino del R. Comitato Geologico d'Italia. Vol. XVIII u. XIX 1888. Roma 1887 u. 1888.

Jahresbericht und Festschrift der naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg 1887. Jahresbericht 1888. Nürnberg 1888 u. 1889.

Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Ser. 2. Vol. I. fasc. 1. Vol. II. fasc. 1—12. Napoli 1887 u. 1888.

Atti della reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Ser. II. Vol. I—III. Napoli 1887—1889.

Baron Ferd. von Müller, Iconography of Australian Species of Acacia. Dec. 9—11. Melbourne 1888.

Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. 25 u. 26. Manchester 1885—87.

Memoirs of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. X. London 1887.

Smithsonian Miscellaneous Collections. Vol. XXXII u. XXXIII. Washington 1888.

Smithsonian Report. 1885. Part II. 1886. Part. I.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. 1888. Nr. 2—4. 1889. Nr. 1—2. Moscou 1888 u. 1889.

Memoirs of the Boston Society of natural history. Vol. IV. Nr. 5 u. 6. Boston 1888.

Jaarboek van de Koninkl. Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. 1886. 1887. 1888.

Verslagen en Mededeelingen der Koninkl. Akademie te Amsterdam. 2. Reeks. Deel I, IV, V. 3. Reeks. Deel III, IV, V. Amsterdam 1888 u. 1889.

Verhandlingen der Koninkl. Akademie te Amsterdam. Vol. XXVI. Amsterdam 1888.

Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. 29. und 30. Jahrg. Berlin 1888 u. 1889.

Proceedings of the American philosophical Society at Philadelphia. Vol. XXV. Nr. 127 u. 128. Vol. XXVI. Nr. 129.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. 1888. Part. I—III. 1889. Part. I.

Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe. Bd. X. Karlsruhe 1888.

Digitized by Google

65. und 66. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. Breslau 1888 und 1889.
Jahrbuch der hamburgischen wissenschaftlichen Anstalten. Jahrg. V. Jahrg. VI. 1. u. 2. Hälfte. Hamburg 1888 und 1889.
Archives du Musée Teyler. Ser. II. Vol. III. Haarlem 1888.
Catalogue de la Bibliotheque Teyler. Livr. 7 u. 8. Haarlem 1888.
Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. Vol. VII. Part. 2. New-Haven 1888.
Atti delle Reale Accademia dei Lincei. Anno 284—286. Rendiconti Vol. IV. Vol. V. fasc. 1—12. 1. Semester. fasc. 1—5. 2. Semester. Roma 1888 und 1889.
Jahresbericht der Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag 1887 und 1888. Prag 1888 und 1889.
Verhandl. der K. K. geologischen Reichsanstalt. 1888. Nr. 9—18. 1889. Nr. 1—12.
Journal of the New-York Microscopical Society. Vol. IV. Nr. 3 u. 4. Vol. V. Nr. 1—4. New-York 1888 und 1889.
Verhandl. der physiologischen Gesellschaft zu Berlin. Jahrg. 1887/88. Nr. 13—20. Jahrg. 1888/89. Nr. 1—17. Jahrg. 1889/90. Nr. 1—3.
Monatliche Mitteilungen aus dem Gesammtgebiete der Naturwissenschaften. Jahr 6, 1—12. Jahr 7, 1—5. Frankfurt a. O. 1888—90.
Societatam litterae. 2. Jahrg. 5—12, 1888. 3. Jahrg. 1—6, 1889.
Schriften der phys.-ökon. Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. 28 und 29. Königsberg 1888 und 1889.
Sitzungsberichte und Abhandlungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis. Jahrg. 1888. Jahrg. 1889, Januar—Juni. Dresden 1888 und 1889.
Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preuss. Rheinlande und Westfalens. Jahrg. 45. Jahrg. 46, 1. Hälfte. Bonn 1888 und 1889.
Bijdragen tot de Dierkunde, Festnummer der Natura Artis Magistra te Amsterdam. Amsterdam 1888.
Society of New South Wales. Vol. XXII. Part. 1 u. 2. Sydney 1888.
XIV. Jahresbericht der Gewerbeschule zu Bistritz. Bistritz 1888.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

288.2

Marburg
Sitzungsberichte
1890

Digitized by Google

4057

1957

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Jahrgang 1890.

Marburg.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1891.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 1. Januar 1890.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 22. Januar 1890 giebt Herr Dr. L. Plate eine

Vorläufige Mittheilung über den Bau der Daudebardia rufa Fèr.

Bei dem Interesse, welches die Gattung Testacella wegen ihrer von den übrigen Pulmonaten so abweichenden Organisationsverhältnisse, namentlich ihrer Opisthopulmonie, beansprucht, erschien mir auch eine genaue Untersuchung der ihr nahe stehenden Gattung Daudebardia wünschenswerth. Die folgenden Angaben beziehen sich auf Daud. rufa Fèr., von der ich ca. 20 Exemplare an den Abhängen des Niederwaldes, bei Rüdesheim, erbeutet habe. Die Thiere halten sich hier im Buchenhochwalde zwischen abgefallenen Blättern auf und finden sich nur an ganz feuchten Stellen. Da die äussere Gestalt des Thieres und der Schale schon mehrfach geschildert worden sind, wende ich mich sogleich zur Besprechung der inneren Organisation. An die Mundöffnung schliesst sich ein enorm grosser Schlundkopf an, der, wie bei Testacella, ungefähr halb so lang wie das ganze Thier ist. Derselbe wird im Wesentlichen gebildet aus einer muskulösen Wandung, welche am Hinterende zu zwei dicken Backen, welche eine dorsale mediane Furche zwischen sich fassen, anschwillt. In dieser Furche selbst liegt

Digitized by Google

ein länglicher muskulöser Wulst, welcher das Hinterende der Radula aufnimmt und sich mit dieser um das distale, abgerundete Ende des Schlundkopfes herumschlägt. Oeffnet man den Pharynx von oben, so erblickt man den langgestreckten, kahnförmig vertieften Stützbalken der Radula, welcher ausschliesslich aus Muskelfasern zusammengesetzt ist, ohne Spur von knorpeligen Elementen. Der Stützbalken ist an seinem Hinterende mit der Schlundkopfwandung verwachsen, und wird ausserdem durch einen Muskel an diese befestigt, welcher vorn an der Seite entspringt und schräg nach hinten und aussen verläuft. Zur Bewegung des Pharynx dienen eine Anzahl zarter Protactoren, welche vom Hinterende und längs seiner Seite nach vorn ziehen und sich an die Kopfhaut anheften, und zwei starke Retractoren, welche etwas hinter dem Schlundkopf zu einem Muskel verschmelzen, der als einzige Andeutung eines Columellarmuskels bis in die hinterste Windung des kleinen Eingeweidesackes zu verfolgen ist und sich hier an die Schale heftet.

Die Radula ruht nur mit ihrem vorderen Drittel frei und unverhüllt auf dem Stützbalken, während die hinteren zwei Drittel in dem eben erwähnten Längswulst, einer Verdickung der dorsalen Wandung des Schlundkopfes, verborgen liegen. Wie bei Testacella schlägt sich die Radula eine kurze Strecke um das Vorderende des Stützbalkens herum und bedeckt hier dessen Ventralseite. Die Bewegung der Zungenplatte wird bewirkt durch eine Anzahl Muskeln, welche von dem die Seitentheile des Stützbalkens bedeckenden Rande der Radula-Membran ausgehen und sich an die Seitenwände des Schlundkopfes anheften. Ein mittlerer Rhachiszahn fehlt vollständig. In jeder Querreihe finden sich einige Zähne, welche den für das Gebiss der Testacella so charakteristischen Hacken auf der Unterseite ebenfalls aufweisen, während er der Mehrzahl fehlt; die betreffenden Zähne nehmen ungefähr die Mitte jeder Seitenhälfte ein. Der Kiefer ist ein glattes, halbmondförmig gebogenes Chitinstück. Der kurze Oesophagus entspringt in der Mitte der Rücken-

Digitized by Google

seite des Schlundkopfes; vom Magen ist er histologisch deutlich unterschieden, geht aber äusserlich ohne scharfe Grenze in diesen über. Die Leber besteht aus zwei gesondert einmündenden Portionen, von denen die vordere und rechte dreilappig ist, während die hintere, linke, sehr lang gestreckte, nicht weiter in grössere Abschnitte zerfällt; letztere macht die Hauptmasse der kleinen Spirale des Eingeweidesackes aus. Der Darm läuft zunächst nach hinten, dann eine kurze Strecke nach vorn, endlich wieder nach hinten, wodurch eine ringförmige Schleife zu Stande kommt, um dann zugleich mit dem Ureter im oberen Rande des Athemloches mit dem After auszumünden. Die Geschlechtsöffnung liegt etwas hinter und unterhalb des rechten Augenträgers. Die traubige Zwitterdrüse erstreckt sich, von den Lebermassen umhüllt, von der hintersten Windung des Eingeweidesackes an durch diesen hindurch bis in die Leibeshöhle herein. Der Zwittergang bildet an seinem vorderen Ende eine kleine Vesicula seminalis. Im Uebrigen sind die Geschlechtsorgane ganz ähnlich denjenigen der Testacella gebaut und weichen von diesen nur darin ab, dass das Receptaculum seminis kurz gestielt ist und der Penis sich nicht in ein Flagellum verlängert. In der dorsalen Wand der Mantelhöhle treffen wir die äusserlich nur wenig hervortretenden Lungengefässe und die Niere und das Herz an. Die beiden letzteren Organe weisen die für die Pulmonaten typische Lagerung zu einander auf, verhalten sich also ganz abweichend von Testacella: das Pericard liegt an der linken Seite der Niere; die Vorkammer ist nach vorn, die Kammer nach hinten gekehrt. Erstere liegt dabei etwas mehr nach oben, der Rückenfläche genähert als letztere. Auffallend ist am Herzen der Daudebardia, dass dasselbe sehr weit nach vorn verlagert ist, bis an den vorderen Rand der Lungenhöhle, sodass sich die Hauptmasse des Lungengewebes hinter demselben ausbreitet; man würde demnach Daudebardia, wie Testacella, als opisthopulmonat bezeichnen können, wenn nicht die Vorkammer nach vorn gewendet wäre. Die den Pulmonaten ganz allgemein zukommende

Digitized by Google

Renopericardial-Verbindung — sie fehlt meines Wissens nur bei Arion — lässt sich auch bei Daudebardia leicht nachweisen. Die Aorta theilt sich gleich an der Wurzel in einen hinteren, für den Eingeweidesack bestimmten und einen vorderen Ast, der frei durch die Körperhöhle unter Abgabe verschiedener Gefässe bis zu den Nervencentren auf der Unterseite des Schlundkopfes zieht, hier in den von Pedal- und Visceral-Ganglien gebildeten Ring eintritt und sich dann in eine Schlundkopfarterie, zwei Kopfarterien und mehrere Fussarterien auflöst. Die Niere hat eine längliche, vorn und hinten verschmälerte Gestalt, erstreckt sich vom vorderen bis zum hinteren Rande der Lungenhöhle und ist im Inneren allseitig mit Falten bedeckt. Der Ureter beginnt ganz vorn und begleitet den rechten Seitenrand der Niere bis zu deren Hinterende; hier geht er in einen kurzen aufsteigenden Schenkel über, der mit dem After zuammen ausmündet. Zwischen den Epithelzellen des Ureter finden sich von Stelle zu Stelle einzelne, welche halbkugelförmig über das Niveau vorspringen und mit langen Flimmerhaaren bedeckt sind; derartige Zellen sind für den Ureter der Pulmonaten überhaupt charakteristisch. Nervensystem. Die Cerebral-Ganglien sind durch eine ziemlich lange Commissur miteinander verbunden. Die von ihnen zu den unteren Centren ausgehenden Connective sind kurz, die cerebrobuccal Connective hingegen von beträchtlicher Länge. Die mit den Pedalganglien einen Ring bildenden Visceralganglien sind deutlich von einander abgesetzt. Es sind stets 4 derselben vorhanden, jederseits ein Commissuralganglion, von dem keine Nerven ausstrahlen, und zwei mittlere, von denen das rechte sich durch besondere Grösse auszeichnet. Man kann daher annehmen, dass letzteres durch durch Verschmelzung zweier Ganglien entstanden ist, die bei Testacella noch getrennt erscheinen. Die von den Cerebral- und Visceral-Ganglien austretenden Nerven erinnern sehr an den bei Testacella vorliegenden Befund, während diejenigen der Pedalganglien manche Abweichungen aufweisen. In der Haut erkennt man, abgesehen vom Epithel, von den Muskeln und ge-

Digitized by Google

wöhnlichen Bindegewebszellen, 1) einzellige Schleimdrüsen; 2) einzellige unverzweigte Pigmentdrüsen; 3) grosse pigmenthaltige, isolirt liegende Bindegewebszellen; 4) kleine, netzförmig anastomosirende Bindegewebszellen, welche die schwarzblaue Färbung des Rückens hervorrufen.

Aus dem Gesagten ergibt sich, dass die Uebereinstimmung in der inneren Organisation zwischen Daudebardia und Testacella eine nicht so weit gehende ist, wie man nach der grossen Aehnlichkeit im Habitus erwarten sollte. Daudebardia steht dem Typus der Pulmonaten viel näher als Testacella, und man kann annehmen, dass letztere aus einer daudebardia-ähnlichen Stammform dadurch entstanden ist, dass durch Aufrollung und gleichzeitige Verkleinerung des Eingeweidesackes die Leber und Zwitterdrüse vollständig in die Leibeshöhle verlagert wurden, und hierdurch eine Verschiebung der ursprünglich im Dache der Mantelhöhle gelegenen Organe erfolgte, wodurch Lungengewebe, Niere und Herz in den Boden der Mantelhöhle rückten. Ein ähnlicher Verschiebungsprocess findet sich auch bei Daudebardia durch die abnorme Lage des Herzens angedeutet. Lässt sich die Art jener Umlagerungen bei Testacella auch nicht direct aus dem bei Daudebardia vorliegenden Befunde ableiten, so ist dennoch letztere Gattung als Verbindungsglied zwischen Hyalina und Testacella anzusehen. Das opisthopulmonate Verhalten von Testacella ist daher kein Erbtheil opisthobrancher Stammformen, wie etwa bei den Onchidien, sondern eine secundäre Anpassung. In einigen wenigen Organisationsverhältnissen (Rudiment eines Mittelzahnes, geringere Verschmelzung der Visceral-Ganglien) zeigt übrigens Testacella noch ein primitiveres Verhalten als Daudebardia.

Digitized by Google

In derselben Sitzung (22. Januar 1890) sprach Herr Professor Schmidt-Rimpler über:

Neuere Untersuchungen bezüglich der Schulmyopie.

Im Jahre 1885 habe ich über meine ersten, auf Veranlassung des Königlich preussischen Ministeriums für geistliche, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten angestellten Augen-Untersuchungen an höheren Schulen der Provinz Hessen-Nassau in dieser Gesellschaft Bericht abgestattet und möchte heut nunmehr in Kurzem Ihnen die Ergebnisse meiner in den Michaeli-Ferien 1888 wiederholten Untersuchungen über Schulmyopie mittheilen [1]). Es handelte sich wiederum um die Gymnasien in Frankfurt a. M., Montabaur, Fulda, das Realgymnasium Wiesbaden, die Realgymnasien Limburg und Geisenheim; neu hinzugekommen ist das Gymnasium zu Marburg. Die Art der Untersuchung und die Eintheilung der Schüler in die einzelnen Refractions-Kategorien war dieselbe wie früher; das städtische Gymnasium in Frankfurt a. Main wurde wiederum entsprechend seinen Doppel-Cöten als Frankfurt-Ostern und Frankfurt-Michaeli besonders berechnet. Die Kurzsichtigen unter sämmtlichen untersuchten Schülern (1982) betrugen 26,6 %; rechnet man die Gymnasiasten allein, so waren unter ihnen (1339) 30 % Kurzsichtige und zwar in Fulda 35 %, Frankfurt-Ostern 32 %, Marburg 29 %, Frankfurt-Michaelis 28 %, Montabaur 27 %, Wiesbaden 18 %, Limburg 21 % und Geisenheim 23 %. Es ergibt sich, ebenso wie aus meinen früheren Untersuchungen und ganz entsprechend den Feststellungen, die zuerst von H. Cohn in ausgiebigster Weise gemacht wurden, dass die Procentzahl der Myopen mit der Höhe der Klassen, dem Schul- und Lebensalter zunimmt. Auch der Grad der Kurzsichtigkeit mehrt sich in in gleichem Verhältniss. Theilt man die Schüler in drei Gruppen nach den Schuljahren (I = 0 — 5 (incl.). Schuljahre, II 5 — 10

1) Die ausführlichere Veröffentlichung siehe in von Graefe's Archiv für Ophthalmologie Bd. 35 Heft 4

Digitized by Google

Schuljahre, III, über 10 Schuljahre), so finden sich die höchsten Grade der Myopie (> 6,0) in Abthlg. I in 0,4 %, in II in 2 %, in III in 6 %. Dieses Ansteigen lässt keinen Zweifel, dass es sich hier nicht etwa nur um angeborene Kurzsichtigkeits-Anlagen handelt, sondern dass die Schulschädlichkeiten ebenfalls ihren Einfluss auf das Zustandekommen dieser hochgradigen Kurzsichtigkeit haben, — wie ich bereits 1885 unter genauer Besprechung der einzelnen Fälle Tscherning gegenüber erweisen konnte. Einige Autoren haben die Frage aufgeworfen, ob die Gesammtzunahme der Kurzsichtigen in den höheren Klassen vielleicht dadurch mitbedingt sei, dass vorzugsweise die Emmetropen früher von der Schule abgingen. Eine Zusammenstellung des Refractionszustandes derjenigen Schüler (ausser Prima: 809), welche während der zwischen meinen Untersuchungen verflossenen 3 1/2 Jahre die Schule verliessen, giebt hierüber Auskunft. Danach waren Emmetropen und Myopen ganz dem Durchschnitts-Procentsatz der betreffenden Klassen entsprechend abgegangen: so Myopen aus Sexta 12 %, Quinta 16 %, Quarta 17 %, Unter-Tertia 33 %, Ober-Tertia 38 %, Unter-Secunda 43 %, Ober-Secunda 45 %. Hierin kann also kein Grund für die Steigerung der Zahl der Kurzsichtigen in den höheren Klassen gesucht werden. — In 50,7 % der Myopen war bei den Eltern (beiden oder nur Vater oder Mutter) ebenfalls Kurzsichtigkeit vorhanden; bei M $\geqq$ 6,0 betrug dieser Procentsatz 64,8. Es scheint demnach bei der Entwickelung der höheren Myopiegrade auch die Erblichkeit eine Rolle zu spielen. Ein Conus (weisse Sichel mit oder ohne weitere Pigmentalterationen) kam bei M 1—3 in in 40,2 %, bei M 3—6 in 53,5 %, bei M $\geqq$ 6 in 80,6 %: die Häufigkeit und Grösse der Coni wächst demnach durchschnittlich mit dem Grade der Myopie.

Von besonderem Interesse waren die Refractions-Veränderungen, welche innerhalb der 3 1/2 Jahre bei den früher untersuchten Schülern stattgefunden hatten. Eine Zunahme der Refraction wurde angenommen, wenn auf dem besser sehenden beziehentlich schwächer brechenden Auge (— entsprechend dem

Digitized by Google

Princip, nach welchem die Schüler überhaupt den einzelnen Refractions-Gruppen zugetheilt wurden —) eine Steigerung $\geqq 0{,}5$ D eintrat; da Myopen und Hyperopen $> 1{,}0$ als Emmetropen gerechnet wurden, so sind diese bei den vorgekommenen Aenderungen nicht gerechnet. Im Ganzen hatten 25,3 % eine Zunahme der Brechung erfahren und zwar in Wiesbaden 17 %, Frankfurt-Michaelis 20 %, Montabaur 26,1 %, Frankfurt-Ostern 27, 2 %, Limburg 29,4 %, Fulda 32 %, Geisenheim 33, 3 %. Trennt man von den 702 Schülern diejenigen, welche innerhalb der 3 Jahre regelmässig versetzt wurden, von denen, welche in einer Klasse länger als nöthig sitzen blieben, so nahm bei letzteren (also den fauleren) die Refraction nur in 26, 8 %, bei ersteren in 31, 2 % zu: die fleissigen Schüler werden also im Durchschnitt etwas häufiger kurzsichtig als die faulen. Wenn man durch einen Vergleich der verschiedenen Anstalten, welche sowohl bezüglich hygienischer Einrichtungen wie pädagogischer Leitung stark von einander abweichen, einen Schluss auf die Möglichkeit einer Verhütung oder Verringerung der Schulkurzsichtigkeit durch entsprechende Maassnahmen ziehen darf, so haben mir meine jetzigen und früheren Untersuchungen bestätigende Anhaltepunkte gegeben. Dieser Ansicht ist auch in der neuesten, sehr beherzigenswerthen Arbeit v. Hippel's (Ueber den Einfluss hygienischer Maassregeln auf die Schulmyopie. Giessen) Ausdruck gegeben. Derselbe hat durch langjährig fortgesetzte Untersuchungen am Giessener Gymnasium, das in einen hygienisch guten Neubau übergesiedelt ist und unter vorzüglichster pädagogischer Leitung steht, eine unverkennbare allmähliche Abnahme der Kurzsichtigkeit besonders in den höheren Klassen gefunden. Weniger beweiskräftig erscheinen mir allerdings die Schlüsse, welche aus einem Vergleich der Ergebnisse meiner früheren Untersuchungen mit denen am Giessener Gymnasium zu Gunsten des letzteren gezogen werden. Die Gegenüberstellung des procentarischen Verhältnisses der verschiedenen Refractionszustände in den einzelnen Klassen (S. 29) giebt zwar einen entschieden günstigeren Procentsatz für das Giessener

Digitized by Google

Gymnasium; man muss aber erwägen, dass unsere Befunde doch nicht ohne weiteres vergleichbar sind: v. Hippel hat die Myopie-Procente der kurzsichtigen Augen, ich habe die der kurzsichtigen Schüler berechnet; ferner bestimmt v. Hippel nach dem Augenspiegelbefunde (schliesst also die Fälle mit Accommodationskrampf aus), während ich nach der Gläser-Untersuchung die Refraction angebe. Aehnliches gilt für den Vergleich der bei Myopie gefundenen Sehschärfe, die bei v. Hippel erheblich besser ist; aber ich habe auch bei Emmetropen, Hyperopen, und Astigmatikern in einem geringeren Procentsatze wie er volle Sehschärfe gefunden. Es dürfte dies wohl von der Art der Sehschärfenbestimmung abhängen, indem ich schon eine Verringerung der vollen Sehschärfe annahm, wenn auch nur ein Buchstabe der Snellen'schen Probereihen in der entsprechenden Entfernung nicht gelesen werden konnte. Vergleiche ich meine eignen Untersuchungen, so finde ich, dass von den Kurzsichtigen in Frankfurt 48 %, in Marburg 58 %, in Fulda 61 %, in Montabaur 70 % volle Sehschärfe haben: ein Verhältniss, das durchaus nicht der hygienischen Ausstattung der betreffenden Gymnasien congruent ist, eher aber der unter den Myopen nachgewiesenen Erblichkeit. Ein Vergleich der Häufigkeit der Coni (Staphyloma posticum) bei Kurzsichtigen ist zwischen unseren Untersuchungen ebenfalls nicht gut anstellbar, da ich auch die einfachen Coni (natürlich nicht die physiologische Skleralgrenze) mitgezählt habe, während v. Hippel nur diejenigen mit Pigment-Alterationen einrechnete. Unter diesen Umständen kann auf die grossen Differenzen in unseren Befunden kein Gewicht gelegt werden. Bei meiner letzten Untersuchung habe ich jedoch die Coni, bei denen sich Pigment-Alterationen in oder neben der weissen Sichel gefunden habe, besonders berechnet: sie waren vorhanden bei M 1—3 in 22,8 %, bei M 3—6 in 36,2 %, bei M $\geqq$ 6 in 39,4 %. Wenn man die v. Hippel'schen Befunde mit 12,5 %, 34 % und 49 % gegenüberstellt, so könnte man allerdings ein etwas günstigeres Verhalten in Giessen vermuthen. Auch die Zunahme der Kurzsichtigkeit bei den wiederholten

Digitized by Google

Untersuchungen der einzelnen Schüler scheint eine etwas geringere in Giessen zu sein: so fand v. Hippel dieselbe innerhalb dreier Jahre (bei 134 untersuchten Augen) nur in 18 %, während mein Durchschnitt (bei 702 Schülern) 25,3 % ergibt. Doch ist immerhin die v. Hippel'sche Zahl zu klein und nicht einmal mit meiner absolut vergleichbar, da ich nur das bessere Auge des Schülers in Betracht zog, während v. Hippel beide Augen einrechnete.

Auch eine neuere, sehr fleissige Arbeit von Kirchner (Untersuchungen über die Entstehung der Kurzsichtigkeit. Zeitschrift für Hygiene. 7. Band), welche sich gleichzeitig auf Messung des Orbitalbaues, Feststellung des Vererbung und hygienische Einrichtungen erstreckt, kommt zu dem Schlusse, dass die hygienischen Massregeln (so bessere Beleuchtung) einen vortheilhaften Einfluss auf die Verringerung der Kurzsichtigkeit üben. Dagegen ergeben die Orbitalmessungen (K. fand bei Emmetropen einen Orbital-Index von 93,6, bei Hyperopen von 92,8 und bei Myopen von 92,7) in Uebereinstimmung mit mir, dass die Behauptung Stilling's, die Chamaeconchie sei eine Bedingung der Myopie, für irrig zu erklären sei. Durch eine Gegenüberstellung der Juden und Nicht-Juden in den beiden untersuchten Gymnasien (Leibnitz- und Friedrichs-Gymnasium in Berlin) glaubte K. allerdings einen Einfluss der Nationalität auf die Entstehung der Kurzsichtigkeit erkennen zu können: das Friedrichs-Gymnasium hatte nämlich unter den Juden 40,6 % Myopen, unter den Nichtjuden 33,5 %; das Leibniz-Gymnasium unter ersterem 27 % unter letzterem 34,5 % — beide zusammen 36,5 % Myopen unter den Juden (467 Schüler) und 34 % unter den Nichtjuden (1023 Schüler). Es ist jedoch offenbar, dass diese Zahlen zu gering sind, um einen solchen Schluss mit einiger Sicherheit ziehen zu können. Nimmt man selbst die grössere Zahl der Nichtjuden (c. 1000) mit ihren 34 % Myopen und berechnet sich nach der Gavarret'schen Tabelle, wie gross bei einer derartigen Versuchsreihe der mögliche Beobachtungsfehler sein kann, ehe wir eine Wahrscheinlichkeit der Richtigkeit des Gefundenen von 212 gegen 1 (Poisson'sche Zahl) anzunehmen berechtigt sind, so können die Procentsätze

Digitized by Google

der Myopen zwischen ca. 30 und 39 schwanken. Also selbst die bei Juden gefundenen 36,5 % Myopen könnten sich bei einer zweiten Versuchsweise von 1000 Nichtjuden ergeben, ohne dass dadurch die Gesammtwahrscheinlichkeit für die Richtigkeit des Ergebnisses irgend wie beeinflusst würde. Derartige Betrachtungen müssen uns in der Ausnutzung der Statistik etwas vorsichtig machen, und so meine ich auch, dass wir besonders bei der Frage, wie weit hygienische und pädagogische Verhältnisse bei einzelnen Anstalten auf die Entstehung der Kurzsichtigkeit schädigend oder bessernd wirken, mit statistischen Berechnungen nicht allzu sichere Beweise werden liefern können und uns oft bescheiden müssen, wenn die Ergebnisse mit unseren a priori gestellten Erwartungen in Einklang stehen. Denn grade bei diesen Untersuchungen spielen zu verschiedenartige Momente (— wie Beleuchtung, Subsellien, Gesundheitspflege, Häuslichkeit, wissenschaftliche Anforderungen, Versetzungsmodus etc. —) mit, als dass es möglich wäre, genügend grosse Zahlenreihen zu schaffen, bei denen diese Verhältnisse als gleich oder als in ihrer Gesammtheit oder in einem bestimmten Punkte sich entgegenstehend betrachtet werden können. Aber es ist meines Erachtens ein stricter Beweis für den Nutzen der in Rede stehenden Verbesserungen kaum nöthig. Absolut feststeht, dass die Zahl der Kurzsichtigen in unseren höheren Schulen höher ist als in den niederen, dass sie mit der Klasse und dem Schulalter der Zahl und dem Grade nach steigt und dass weiter übermässige Nahearbeit als hauptsächlichste Ursache für diese Erscheinung anzusehen ist. Die Einengung der Kurzsichtigkeitszunahme kann demnach erreicht werden einerseits durch Verminderung der Nahearbeit, andererseits dadurch, dass letztere unter möglichst günstigen Bedingungen (bei guter Beleuchtung, mit guten Subsellien etc.) geleistet wird. Nach diesem Ziele, soweit es eben ohne Schädigung unserer ganzen Culturentwicklung erreichbar, haben wir mit all unseren pädagogischen und hygienischen Massnahmen zu streben. Und dass wir ihm schon ein gut Stück näher gekommen sind, wird kein Billigdenkender verkennen.

Digitized by Google

Aufgelegte Schriften:

Mitteilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle a. S. 1888 und 1889. Halle 1888 und 1889.

Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark. Jahrg. 1887 und 1888. Graz 1888 und 1889.

Bergens Museums Aarsberetning. 1887 und 1888. Bergen 1888 und 1889.

16. Jahresbericht des westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst. 1887. Münster 1888.

Tromsö Museums Aarshefter XI. Aarsberetning for 1887. Tromsö 1888.

Lotos, Jahrbuch für Naturwissenschaft. N. F. Bd. IX u. X. Wien 1889 u. 1890.

Programme de la Société batave. Rotterdam 1888.

Drechsler, Der Witterungsverlauf zu Dresden 1879—1885. Dresden 1887.

Jahresber. des Vereins für Naturkunde zu Zwickau 1887 und 1888. Zwickau 1888/89.

Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 41 u. 42. Wiesbaden 1888 u. 1889.

Schriften des naturw. Vereins des Harzes in Wernigerode. Bd. 3, 1888. Wernigerode 1888.

Jahresber. über die Verwaltung des Medicinalwesens der Stadt Frankfurt a. M. Jahrg. XXXI, 1887. Jahrg. XXXII, 1888. Frankfurt a. M. 1888 u. 1889.

Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. XXXI. Riga 1888.

Mitteilungen aus dem naturwissenschaftlichen Verein für Neuvorpommern u. Rügen Jahrg. 20. Berlin 1889.

Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. VII, Heft 2. Bd. VIII, Heft 1. Kiel 1889.

18. Jahresbericht des Vereins für Naturkunde zu Linz. Linz 1888.

Sitzungsber. der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn. 1888.

Annales de la Société géologique de Belgique. Tome XIII, 1 u. 2. Tome XIV, 1 u. 2. Tome XV, 1—3. Tome XVI, 1. Liège 1887—1889.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indie. 1884, 1885, 1886 und 1887.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 2. Februar 1890.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 18. Februar 1890 machte Herr Professor Dr. Strahl Mittheilungen:

Ueber den Bau der Placenta. III.

Im Laufe des vorigen Frühjahr habe ich den Uterus von Füchsinnen und einer trächtigen und einer Anzahl von nicht trächtigen Dächsinnen verschiedenen Alters beschrieben.

Ich habe seitdem Gelegenheit gehabt, die Uteri von zwei trächtigen Dächsinnen zur Untersuchung zu bekommen; die Embryonen des einen derselben entsprachen in ihrem Entwicklungszustand etwa denen der Hündin aus der Mitte der Gravidität (4—4½ Woche), die des anderen waren dem Wurf nahe.

Die Placenten zeigen ein dem Mesometrium gegenüberliegendes beutelförmiges Blutextravasat ähnlich dem von Bischoff für eine Reihe von Musteliden beschriebenen, doch lässt sich namentlich bei dem jüngeren Exemplar die Herkunft des Extravasates aus dem mütterlichen Blut — entgegen der Annahme von Bischoff — mit aller Sicherheit an der Form und Grösse der Blutkörper nachweisen.

Die Placenta stellt im reifen Zustand einen Ring dar, der am Mesometrium etwas verschmälert ist und an der Extravasatstelle ein Loch besitzt.

Digitized by Google

Die Ausbildung des letzteren ist insofern eine secundäre, als in dem jüngeren Stadium, eine dicke Drüsenlage unter dem Extravasat liegt, die nahezu ganz verdrängt oder wenigstens ausgebreitet ist.

Die Ringform der Placenta entsteht anders als man dies von den bisher untersuchten Raubthierarten kennt; während bei Hund und Katze der Ring in der ersten Anlage gegeben bei anderen an einer (Frett) oder zwei (Wiesel) Stellen unterbrochen ist, ist die Form der jüngeren Placenten hier eine doppelt herzförmige. Die Spitzen der Herzen sehen nach dem Mesometrium, und Spitzen und Basen sind nur durch schmale Brücken untereinander verbunden. Erst durch ungleichmässiges Weiterwachsen der einzelnen Abschnitte dieser beiden Theile bildet sich dann der Ring.

Die mikroskopische Untersuchung lehrte, dass die Placenta eine Mischform zwischen Hund, Katze und Frett darstellt; mit jeder derselben zeigt sie Uebereinstimmungen, ohne einer ganz zu gleichen.

Während der Entwicklung der Placenta hat eine sehr ausgesprochene Syncytien-Bildung statt; auch hier sind aber die Bilder so, dass dieselben die Annahme gestatten, ein Theil der Syncytial-Masse gehe zu Grunde, ein anderer aber werde erhalten und zum Bau der Placenta verwendet.

Eigenthümlich, und mir von anderen Raubthieren unbekannt, sind epitheliale Gänge oder Vacuolen mit stark abgeplatteten Uterusepithelien, welche an dem jüngeren Uterus in der Zone der einwachsenden Zotten sich finden; bei dem älteren eine ungemein lebhafte Durchwanderung von Leukocyten durch die Epithelien der Uterindrüsen seitlich neben und unter der Placenta; in letzteren sind die lumina in ähnlicher Weise mit Leukocyten gefüllt, wie es Bonnet für frühe Entwicklungszustände vom Schaf beschrieben hat. Hier hängen nun zum Theil die Spitzen der Zotten in die Drüsen hinein und auch ihre Epithelien können in solchen Fällen von den Leukocyten

Digitized by Google

dicht durchsetzt sein; ob dieselben bis in das unten liegende embryonale Bindegewebe gelangen, ist schwer zu entscheiden.

Das Extravasat sowohl des jüngeren, wie des älteren Stadium ist ausgezeichnet durch das Vorkommen von reichlichen Hämatoidin-Krystallen, wie solche Bischoff für lutra bereits abgebildet hat, aber in einem viel höheren Maasse als dort. Dagegen vermisse ich die beim Hunde so zahlreichen Hämoglobinkrystalle bis jetzt gänzlich.

Das Hämatoidin ist in dem Erguss theils frei gelegen, theils von Wanderzellen aufgenommen, und liegt im übrigen ganz vorwiegend in den Chorionepithelien, die vollgepfropft von demselben erscheinen.

Auffällig ist es nun, dass in dem älteren Stadium neben dem Blutbeutel in der Mitte der Placenta auch kleine und ganz vereinzelte randständige Extravasate sich finden; da die grünen Inseln, die hier und da in der Mitte der Hundeplacenten (aber nicht constant) liegen, und die ich neuerdings ebenfalls einer genaueren Untersuchung unterzogen habe, in mancher Beziehung Uebereinstimmung mit dem Blutbeutel der Dächsin zeigen, so würde man also bei den Raubthieren zwei Formen von Blutergüssen von einander scheiden können, periphere und centrale, und sagen können, dass jedesmal mit dem Vorwalten der einen Form die andere ganz oder bis auf unbedeutende und inconstante Reste zurückgedrängt erscheint.

Anm. In Betreff der übrigen Entwicklungsverhältnisse bemerke ich noch, dass bei den beiden neuerdings untersuchten trächtigen Dächsinnen im Ovarium corpora lutea kenntlich waren und zwar bei beiden mehr, als entwickelte Embryonen; bei einem früher beschriebenen trächtigen Exemplar hatte ich vergeblich nach solchen gesucht.

Der nicht trächtige Uterus der Dächsin ist ziemlich kurz, viel kürzer als der der Füchsin; es wird durch 2 reife Embryonen jedes Horn völlig ausgefüllt.

Anm. Von einigen histologischen Eigenthümlichkeiten des Dachses erwähne ich hier als Ergänzung meinen früheren Mittheilungen über Oesophagealdrüsen, dass diese in mancher Beziehung noch stärker entwickelt sind als beim Hund. Sie reichen bis tief in die Musculatur

Digitized by Google

des Oesophagus hinein. Die Drüsen des sonst wohl entwickelten Pharynxwulst sind dagegen wenig ausgebildet (ebenso beim Frett), wie in dieser Beziehung die Befunde bei den Raubthieren sehr wechseln. (Vergl. Rubeli. Ueber den Oesophagus des Menschen und verschiedener Hausthiere. Diss. Bern. p. 30.)

Ich will ausserdem nicht verfehlen, darauf aufmerksam zu machen, dass die bereits vor längerer Zeit von Rüdinger[1]) entdeckte und beschriebene Drüse am Eingang des menschlichen Oesophagus wohl nur die Lage im Uebergangsabschnitt des Pharynx in den Oesophagus mit den Pharynxwulstdrüsen des Hundes gemeinsam hat.

Im übrigen sind die Unterschiede zwischen beiden sehr erhebliche und nenne ich hier:

1. Die Drüse beim Menschen liegt zwischen Epithel und muscularis mucosae, beim Hunde tiefer und eine eigentliche muscularis muscosae findet sich hier überhaupt nicht an dieser Stelle.
2. Die menschliche Drüse ist einseitig und dreigetheilt, die des Hundes durchsetzt breit und in einer grossen Zahl von Lappen die ganze untere Pharynxparthie, ist also Pharynx- und nicht Oesophagusdrüse.
3. Die erstere hat eine contractile Hülle, die der letzteren fehlt.
4. Die Form der Drüsengänge ist eine gänzlich verschiedene, ebenso das Verhalten des Ausführungsganges zum Epithel.
5. Endlich wären die specifischen Färbungsunterschiede der einzelnen Drüsen beim Hund zu nennen.

Die Blutextravasate in der Placenta kommen aber ausser bei den Raubthieren auch bei anderen Formen vor. Von den Wiederkäuern finde ich dieselben bei dem Schaf und bei der Kuh und zwar an der Oberfläche der Cotyledonen zwischen Uterus und Eihäuten, bis jetzt noch nicht an den tiefer in den Cotyledo einwachsenden Zotten.

So liegen mir Präparate vom Schaf vor, welche die ersten Stadien der in den Cotyledo einwachsenden Zotten zeigen. Hier finden sich die Blutergüsse, wie es scheint, vereinzelt vor; das Auftreten von Krystallen irgend welcher Art oder die Bildung von Pigmenten habe ich bis jetzt noch nicht beobachtet;

---

1) Beiträge zur Morphologie des Gaumensegels und des Verdauungsapparates. Stuttgart, 1879.

Digitized by Google

dagegen die Aufnahme der Blutkörper durch das Chorionepithel, dessen Zellen an den betreffenden Stellen ziemlich ergiebig mit mehr oder minder veränderten Blutkörpern gefüllt sind.

Aehnlich ist das Verhalten bei der Kuh.

Eigenartig, wie im Verhalten der Placenta überhaupt, erweisen sich die Nager. Beim Kaninchen und beim Meerschwein habe ich bislang vergeblich nach Extravasaten gesucht; ebenso in den Placenten vom Eichhorn.

Anm. Ueber die Placentarbildung des Eichhorns habe ich noch keine Angaben in der Litteratur gefunden; dieselbe weicht im Bau nicht unerheblich von der der untersuchten anderen Nager ab. In mittlerer Entwicklungszeit bietet dieselbe ein Aussehen, das in mancher Beziehung einem Wiederkäuer-Cotyledo nicht unähnlich ist. Die Zotten stellen breite, baumförmig verästelte Gebilde dar, welche sich in ganz anderer Weise verzweigen, als sonst bei den Nagern; sie stecken in Decidualgruben, die sich ebenfalls in der Formation der Zellen ihrer Wandung eigenartig verhalten; auch fehlt der Eichhornplacenta der besondere Unterbau — von Minot für das Kaninchen als Subplacenta bezeichnet —, der, wenn auch in vielfach veränderter Form, bei den anderen untersuchten Nagern vorkommt.

Dagegen kommen am Placentarrand der Maus und Ratte und des Hamsters ebenso der Arvicola amphib. Erscheinungen vor, welche auf Besonderheiten im mütterlichen Gefässsystem hinweisen und die wenigstens zu erwähnen ich nicht unterlassen will.

Ich habe dieselben am genauesten bei der Placenta des Hamsters in vielen Entwicklungsstadien, vorerst aber nur an erhärtetem Material untersucht.

Es findet sich hier in mittlerer Entwicklungszeit um die die Placenta im engeren Sinne (d. h. den Theil, in welchem mütterliche und fötale Gefässe neben einander vorhanden sind) ein Rand, aus mütterlichem Gewebe bestehend. Die grossen Deciduazellen, die denselben bilden, stellen ein Protoplasmanetzwerk mit eingelagerten bis zu 85 μ grossen, meist runden oder ovalen Kernen dar, und in den Lücken dieses Netzwerkes liegen mütterliche Blutkörper, welche jedenfalls, soweit ich bis jetzt

Digitized by Google

beurtheilen kann, nicht innerhalb des Gefässsystems befindlich sind.

Möglich wäre dagegen die Entstehung des Randes im Zusammenhang mit Veränderungen in den mütterlichen Gefässen, deren Endothelien ebenfalls stark vergrössert sein können.

Der Rand ist am Ende der Gravidität nicht mehr vorhanden, doch habe ich eine Aufnahme des Blutes durch fötale Zellen noch nicht beobachtet.

Ich hoffe im bevorstehenden Frühjahr Gelegenheit zu haben, an frischem Material der Erledigung der Frage nach der Bedeutung dieses Randes näher kommen zu können. (Vergl. auch Ercolani, Sull' unita del tipo anatomico della placenta. Tav. III, und Tafani, Sulle condizioni uteroplacentari della vita fetale. Tav. V.)

In der Sitzung vom 14. März 1890 wurden die Herren Professor Dr. Braun, Direktor der chirurgischen Klinik, und Professor Dr. Rumpf, Direktor der medicinischen Poliklinik, zu ordentlichen — die Herren Privatdocenten Medicinalassessor Dr. Tuczek und Dr. phil. Study zu ausserordentlichen — Mitgliedern der Gesellschaft erwählt.

Digitized by Google

Aufgelegte Schriften:

Transactions of the American philosophical Society at Philadelphia. Vol. XVI. (Rules of the Magellanes Premium and Henry Philipps Prize Essay fond. — International Language.)

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. N. S. XV. Boston 1888.

Annual report of the curator of the Museum of comparative Zoology. 1887—88.

Bulletin of the Essex Institute. Vol. 19, Nr. 1—12. Vol. 20, Nr. 1—12. Vol. 21, Nr. 1—6. Salem 1887—1889.

Charter and by-laws of the Essex Institute. Salem 1889.

Guide to Salem. 1888.

Prodomus of the Zoology of Victoria by Frederik Mc. Coy. Dec. XVI. Melbourne 1888.

Observations made at the Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia. Vol. VI, 1, 2, Suppl. VII, VIII, IX, X. Batavia 1886/88.

Hans Reusch, Bommeloen og Karmoen med omgivelder, geologisk beskreven. Kristiania 1888.

Beiträge zur Statistik der Stadt Frankfurt a. M. Bd. V, Heft 3 u. 4. Statistische Mitteilungen über den Civilstand der Stadt Frankfurt a. M. 1888. Frankfurt a. M. 1889.

Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. Bd. XXVI, nebst VI. Bericht der meteorologischen Commission. Brünn 1888.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 61, Heft 1—6. Bd. 72, 4. Folge Bd. 8, Heft 1 u. 2. Halle 1888 u. 1889.

Acta Horti Petropolitani. Tom X, fasc. 2. St. Petersburg 1889.

Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft. Bd. XIX. Berlin 1889.

Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischeu naturwissenschaftlichen Gesellschaft. 1886/87. St. Gallen 1887.

26. Bericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Giessen 1889.

7. Jahresbericht der naturwissenschaftlichen Vereins zu Osnabrück. 1885—1888. Osnabrück 1888.

Abhandlungen vom naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen. Bd. X, Heft 3. Bremen 1889.

Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Solothurn. 1888.

Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. 7, Heft 2. Danzig 1889.

Digitized by Google

Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. Jahrg. 1888.
34. und 35. Bericht des Vereins für Naturkunde zu Kassel. 1886—1888. Kassel 1889.
72. und 73. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden. 1886/88. Emden 1889.
Verhandlungen des naturhistorisch-medicinischen Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. IV, Heft 3. Heidelberg 1889.
Schriften des Vereins für Geschichte und Naturgeschichte in Donaueschingen. Heft VII. Tübingen 1889.
Mitteilungen aus dem Verein der Naturfreunde in Reichenberg. Jahrg. 18—20. Reichenberg 1887—89.
52. bis 55. Jahresbericht des Vereins für Naturkunde in Mannheim. Mannheim 1889.
Proceedings of the California Academy of Sciences. 2. Ser. Vol. I. Part. I u. II. San Francisco 1889.
Catalogue of the Chinese imperial maritime austoms collection. Shanghai 1876.
Geological etc. Survey of Minnesota. St. Paul 1888.
Bericht der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturkunde zu Hanau 1887—89. Hanau 1889.
Verhandlungen des deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago. II. Bd. 1. Heft. Santiago 1889.
Memoirs of the Museum of Comparative Zoology. Vol. XIV. Nr. 1. Part. II—I. Cambridge 1889.
Contributions to Canadian Palaeontology. Vol. I. Montreal 1889.
Natural History of Victoria. Dec. XVIII. Melbourne 1889.
Dr. Loewenberg: Akustische Untersuchungen über die Nasenvocale. Sonderabdruck aus der »Deutschen Medicinischen Wochenschrift« 1889, Nr. 26.
Report of the Committee by the American philosophical Society. 1888.
Subject Register of Papers Published in the Transactions and Proceedings of the American philosophical Society.
Supplemental Register of Written Communications published in the Transactions and Proceedings of the American philosophical Society. 1881—1889.
List of Dificiencies in the Library of the American philosophical Society. Part I. 1889.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 3. December 1890.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 19. December 1890 sprach Herr Professor Dr. R. Greeff:

Ueber den Organismus der Amöben, insbesondere über Anwesenheit motorischer Fibrillen im Ectoplasma von Amoeba terricola.

Nach einem Rückblick auf die Geschichte der Kenntniss des Rhizopoden-Organismus seit F. Dujardin und Max Schultze und der hiermit in Verbindung stehenden Sarkode- und Protoplasma-Theorie, knüpfte der Vortragende seine Mittheilungen an die von ihm im Jahre 1866 veröffentlichten [1]) und 1888 weiter ausgeführten [2]) Untersuchungen über die Erd-Amöben an.

Beobachtet man eine lebende, unter dem Deckglase fortkriechende Amoeba-terricola Gr., so sieht man bald, dass

---

1) Ueber einige in der Erde lebende Amöben und andere Rhizopoden, Archiv f. mikr. Anatomie Bd. II 1886, S. 299.

2) Studien über Protozoen. Diese Sitzungsberichte 1888 Nr. 2, März. Sitzung vom 20. März 1888.

Digitized by Google

der Körper der Amöbe aus zwei ihrer Consistenz und ihrem Aussehen nach verschiedenen Substanzen besteht, einer äusseren hyalinen, homogenen, namentlich völlig körnchenfreien und sehr consistenten Aussenzone oder Rindenschicht (Ectoplasma) und einer mehr flüssigen, körnigen, Kern oder Kerne, Vacuolen, Nahrungstheile oder sonstige Einschlüsse enthaltenden Innenzone oder Markschicht (Entoplasma). Der Aufbau des Plasmakörpers aus diesen beiden Schichten lässt sich, wie bekannt, auch bei anderen Amöben und Rhizopoden mit grösserer oder geringerer Deutlichkeit nachweisen, bei keiner der hierher gehörigen Formen aber tritt diese Sonderung wohl schärfer und klarer hervor, als bei der vorliegenden: Voraus eilt ein verhältnissmässig breiter, glasheller Saum, dem der flüssige Inhalt unaufhaltsam folgt, ohne sich mit jenem zu mischen oder ihn zu durchbrechen. Wenn auch hin und wieder kleinere Ströme des Innenparenchyms in die an der inneren Grenze der Aussenzone sich bildenden Buchten eindringen, immer aber scheiden sich bei der Weiterbewegung die beiden Zonen gegeneinander ab, wie ich dieses, sowie andere Form und Lebenserscheinungen der Amoeba terricola in der oben erwähnten Abhandlung vom Jahre 1866 bereits ausführlich geschildert habe.

Die Aussenzone der lebenden und sich bewegenden Amöbe ist völlig hyalin und homogen. Selbst mit den stärksten mir zu Gebote stehenden Vergrösserungen vermag ich nichts von Strukturverhältnissen oder von, der Grundsubstanz verschiedenartigen Bildungen darin wahrzunehmen. Sie ist auch, wie ich schon früher ausgesprochen, der Sitz der kräftigen Contractionen des Körpers, während der flüssige Inhalt mehr passiv diesen Bewegungen folgt. Bei aufmerksamer Beobachtung erkennt man, dass dieser Inhalt nicht gleichmässig und ungehindert in einem einzigen Innenraume sich bewegt, sondern in mehr oder minder kanalartigen, gegen die Peripherie und namentlich gegen die vorauseilende Aussenzone gerichteten Strömen. Grössere Körper, wie der Nucleus der einkörnigen Amöben, die oft ebenfalls grossen Vacuolen und andere Ein-

Digitized by Google

schlüsse werden oft in diesen, bald engeren bald weiteren Kanälen zurückgehalten oder drängen sich langsam und durch den Druck ausgezogen hindurch.

Man beobachtet ferner bei sorgfältiger Prüfung, dass das auf die hyaline Aussenzone folgende körnige Innenparenchym nicht ganz an jenen strömenden Bewegungen Theil nimmt, sondern dass zunächst eine Lage körnigen Plasmas sich an diese Aussenzone anschliesst, die mit ihr verbunden scheint, und an ihren Contractionsbewegungen Theil nimmt, gegen die Peripherie sich oft strahlenartig ausbreitend. Auf diese Mittelzone (Mesoplasma) folgt erst nach innen, der flüssige und strömende Inhalt.

Alle diese Erscheinungen veranlassten mich die Ausführung eines schon lange gehegten Vorhabens, feine Durchschnitte durch den winzigen und zarten Amöben-Körper herzustellen, ernstlich zu versuchen. Nach vielen vergeblichen Bemühungen gelang es so, dass mir ein aufklärender, zum Theil in hohem Grade überraschender und in seinen Folgen bedeutungsvoller Einblick in die Organisation der Amöbe gestattet war.

Zunächst stellte sich heraus, dass, wie dieses schon bei der oben erwähnten Betrachtung des ganzen und sich bewegenden Amöbenkörpers hervortrat, in der That auf die hyaline Aussenzone eine Lage körnigen Plasma's folgt, von der aus Stränge nach innen sich erstrecken, die den Innenraum durchsetzen und so unregelmässige Räume und Kanäle umschliessen, durch welche, kraft der Contractionen der Aussenzone, der flüssige Inhalt hindurchgetrieben wird.

Die höchste Ueberraschung aber bot mir die contractile Aussenzone selbst, in der ich eine mehr oder minder deutliche radiäre Faserung wahrnahm. An manchen Stellen indessen war die Faserung kaum oder gar nicht mehr zu erkennen, wie mir schien in Folge der Veränderung oder des eintretenden Zerfalles der zarten, behufs der Schnitt-Herstellung, mannigfacher Vorbehandlung unterworfenen Substanz.

Digitized by Google

Um weitere Sicherheit zu erlangen fixirte ich frische, kräftig sich contrahirende und möglichst grosse Exemplare von Amoeba terricola rasch durch Osmium und untersuchte sie entweder direct nach Abspülung in Wasser und in diesem oder nachdem ich kurze Zeit verdünnten Weingeist hatte einwirken lassen und zwar im Ganzen unter mässigem Deckglasdruck. Und nun konnte ich die obige, anfangs noch etwas unsichere Erscheinung der Fibrillenbildung im Ectoplasma mit völliger Klarheit erkennen.

Ich habe, wie ich vorausschicken muss, bereits in meiner Abhandlung vom Jahre 1866 zwei verschiedene Erd-Amöbenformen beschrieben, eine ein- und eine vielkernige und der Vermuthung eines genetischen Zusammenhanges Beider Ausdruck gegeben. Ich habe die vielkernige Form später häufig wieder gefunden und in meinen »Studien über Protozoen« vom Jahre 1888 genauere Mittheilungen darüber gemacht, ohne mich auch damals noch von der Annahme einer Möglichkeit ihres Zusammenhanges mit der einkernigen Form vollständig lösen zu können. Nun aber bin ich überzeugt, dass die einkernigen und vielkernigen Erd-Amöben verschiedene Arten darstellen und zwar auf Grund der anatomischen Differenz ihrer Aussenzone, namentlich in Rücksicht auf die in ihr auftretenden und oben erwähnten Fibrillen. Bei der vielkernigen Form tritt nämlich diese Fibrillenstructur der Aussenzone in sehr eigenthümlicher Weise und viel deutlicher hervor als bei der einkernigen, so dass ich bei ihr zuerst völlige Sicherheit darüber habe erlangen können.

Untersucht man nämlich die lappen- oder breit-kolbenförmigen nach aussen gestreckten und in der obigen Weise durch Osmium fixirten Pseudopodien einer solchen vielkernigen Erd-Amöbe vermittelst starker Vergrösserung, so sieht man zunächst diese Pseudopodien und den ganzen Körper von einer deutlichen, doppelt-conturirten und von der darauf folgenden Aussenzone scharf abgegrenzten Hautschicht umgeben. Auf diese Haut nach innen folgend gewahrt man unter

Digitized by Google

vorsichtigen Einstellungen glänzende Punkte, die mit einer gewissen Regelmässigkeit der Innenfläche der Haut anliegen. Geht man weiter nach innen zur Betrachtung der Aussenzone des Körpers, so sieht man hier und dort feine, continuirliche Fäden auftauchen, die diese Zone in radiärer Richtung durchziehen und die bei weiterer sorgfältiger Prüfung immer zahlreicher erscheinen und endlich erkennt man, dass diese Fädchen mit jenen Punkten an der Innenfläche der Hautschicht in Verbindung stehen resp. an ihnen endigen, kurz wir haben hier, wie ich nach dem Obigen nicht mehr zweifeln kann, musculäre, die contractile Aussenzone in radiärer Richtung durchziehende Fibrillen vor uns, die sich an der Innenfläche der äusseren Haut inseriren.

Bei der gewöhnlichen einkernigen Amoeba terricola tritt nach meinen bisherigen Erfahrungen die eben vorgeführte Erscheinung viel weniger deutlich ans Licht, als bei der vielkernigen Form, da bei jener die Fibrillen feiner, zarter und hinfälliger zu sein scheinen. Ich habe sie indessen auch hier einige Male zweifellos erkannt.

Es liegt nahe, nun auch manche Erscheinungen bei anderen Sarcodinen, wie die längst bekannten aber bisher räthselhaften Axenfäden der Heliozen in dem obigen Sinne als musculäre Elemente und als die eigentlichen Motoren der Pseudopodien zu deuten, ebenso vielleicht die Axengebilde in den Tentakeln der Acineten u. A. Doch kann selbstverständlich eine Entscheidung hierüber und über andere hieran sich knüpfende Fragen nur weitere genaue Prüfung bringen.

Digitized by Google

In derselben Sitzung sprach Herr Dr. L. Plate:

Ueber einige Organisationsverhältnisse der Dentalien.

Meine vor einigen Jahren im Zoolog. Anzeiger (XI. 1888) veröffentlichten »Bemerkungen zur Organisation der Dentalien« sind kürzlich von H. Fol[1]) bei einer Untersuchung des Dentalium entale nur theilweise bestätigt worden; ich habe deshalb einige der strittigen Punkte aufs neue einem eingehenden Studium unterworfen.

Meine Angaben hinsichtlich der Existenz von Pleuralganglien, welche durch kleine, aber deutliche Connective mit den Cerebralganglien verbunden sind, halte ich auch jetzt noch für völlig richtig, obwohl Fol dieselben für »évidement erroné« erklärt und sich ganz Lacaze-Duthiers anschliesst, der in ihnen einfache Verlängerungen der Gehirnganglien sieht und das kurze Pleuropedal-Connectiv, welches mit dem Cerebropedal-Connectiv verschmilzt, nicht kennt. Neuerdings hat übrigens auch Thiele[2]) meine Beobachtungen bestätigt. Auch darin kann ich Fol nicht beipflichten, dass vom histologischen Standpunkte aus nur die Cerebral- und Pedal-Centren als Ganglien bezeichnet werden können. Sowohl die sympathischen als auch die neben der Afteröffnung gelegenen Ganglien lassen eine deutliche Rindenschicht von Ganglienzellen erkennen und dürfen mit dem gleichen Rechte wie jene als nervöse Centren angesehen werden. — Die beiden Tentakelsorten, welche von mir früher als »eigentliche« und als »rudimentäre« bezeichnet wurden, hält Fol für identische aber auf verchiedener Altersstufe stehende Bildungen; jene sind ausgebildet, diese noch in der Entwickelung befindlich. Auf das Vorkommen von Uebergangsformen zwischen beiden habe ich schon früher hingewiesen. Eine genaue Untersuchung derselben auf Bau und Stellung hin hat mich belehrt, dass die

---

1) H. Fol, Sur l'anatomie microscopique du Dentale. Arch. de Zool. expér. et gén. (2) VII.

2) J. Thiele, Ueber Sinnesorgane der Seitenlinie und das Nervensystem der Mollusken. Ztschr. f. w. Zool. XLX. 1890.

Digitized by Google

Fol'sche Auffassung die richtige ist. Die »rudimentären« Tentakeln wachsen in der That zu den »eigentlichen« aus. Die complicirte Structur der ausgewachsenen Tentakeln ist von Fol meines Erachtens in vielen Punkten unrichtig dargestellt worden. Das innere Epithel und die beiden Nervenstränge, von denen er spricht, sind überhaupt nicht vorhanden, sondern als ersteres hat er irrthümlich Bindegewebszellen, als letztere zarte Muskelfäden, welche zwischen den derben Längsmuskeln vorkommen, gedeutet. Den einen starken Nervenfaden, der den ganzen Tentakel durchzieht und in der Endkeule desselben in ein Ganglion übergeht, hat Fol ganz übersehen. Die Cilien sind nicht in einer breiten flachen Furche inserirt, sondern der Tentakelquerschnitt zeigt immer einen gleichmässig rundlichen Umriss. Auch sind sie nicht zu einem continuirlichen Bande angeordnet, sondern bilden (abgesehen von der Keule) isolirte Flimmerfelder. Ein eigentliches äusseres Epithel findet sich nur bei den Jugendstadien. Wenn diese sich strecken und in die ausgebildete Form übergehen, verschmelzen die Epithelzellen zu einer dünnen continuirlichen Plasmaschicht, und die Kerne bilden sich allmählich bis zum völligen Schwunde zurück. In den Uebergangsformen der Tentakeln trifft man alle Stadien dieser Kernreduction an. In der Basis der Tentakelkeule, etwas hinter dem Ganglion, liegen eine Anzahl dunkelkörniger polygonaler Zellen, von denen ich schon früher nachwiess, dass sie nervöser Natur sind und nach der Tentakelspitze in einen Faden auslaufen, der schliesslich mit einer kolbenförmigen Anschwellung die Cuticula der flachen Vertiefung durchbricht, welche auf der einen Seite der Tentakelkeule von Lacaze-Duthiers beschrieben wurde. Hinter diesen Ganglienzellen liegen eine Anzahl von Drüsenzellen in 2 Längsreihen und münden je durch einen kurzen Kanal nach aussen. Sie haben einen hellen aus Schleimkügelchen gebildeten Inhalt und sind von jenen so verschieden, dass es mir unbegreiflich ist, wie Fol dazu gekommen ist, mir eine Verwechselung beider Zellarten zuzuschreiben. Aus dem Umstande, dass ich in meiner vorläufigen Mittheilung nur die

Digitized by Google

Ganglienzellen als die wesentlichen Bestandtheile hervorhob, folgt doch nicht, dass ich die Drüsenzellen, die ich überhaupt, — wie manches Andere, das mir wohl bekannt war — gar nicht erwähnt habe, mit jenen identificire. Fol lässt die geschilderten nervösen Endorgane aus dem Ganglion entspringen. Hiervon habe ich mich nie überzeugen können, obwohl es immerhin für einige Fäden zutreffen mag, dagegen habe ich dieselben in vielen Fällen an lebendem wie an conservirten Material continuirlich bis zu jenen basalen Ganglienzellen verfolgen können. Leider ist es mir aber bis jetzt weder auf Schnitten noch sonst gelungen, einen zweiten Ausläufer jener Zellen aufzufinden, der mit dem Ganglion oder direct mit dem Nerven sich verbindet. Das Ganglion läuft nach vorn jederseits in einen starken Nerven aus, der sich in viele zarte an die Haut tretende Fäden auflöst. — Thiele's Angaben über ein Subradular-Organ kann ich im Wesentlichen bestätigen. Dasselbe besteht wie bei Chiton aus zwei durch eine Längsfurche getrennten Hügeln. In jeden tritt ein Nerv, der aber nicht, wie jener Autor angiebt, noch ein besonderes Ganglion bildet. — Ausser den zwei von Fol aus dem Mantelrande beschriebenen Arten einzelliger Drüsen kommt noch eine dritte vor, welche in der Gestalt ganz den »glandes granuleuses« gleicht, sich aber durch einen anderen Inhalt und eine mehr nach innen gerückte Lage unterscheidet. Eine vierte Drüsenart bildet, wie schon früher hervorgehoben wurde, einen Gürtel in dem inneren Mantelepithel unterhalb der »hyalinen« Mantelzone. Diese Drüsen münden zwischen echten Epithelzellen aus. — Hinsichtlich des Darmkanals sei hier Folgendes bemerkt. Gleich nachdem der Oesophagus den Schlundkopf verlassen hat, gibt er 2 blind endigende Divertikel ab, welche schon früher von mir erwähnt worden sind. Sie legen sich der vorderen Region des Intestinal-Knäuels von aussen an. Sie haben vermuthlich eine leberartige Function, denn ihre hohen Epithelzellen enthalten bräunliche Pigmentkörnchen, die aber grösser sind als diejenigen der eigentlichen Leber. Von der Rectaldrüse behauptet Fol, dass sich dieselbe mit mindestens

Digitized by Google

6 gesonderten Ausführgängen öffne. Diese Angabe halte ich nicht für richtig, denn ich finde bei mehreren in Schnitt-Serien zerlegten Thieren nur einen ausleitenden Kanal, in den die zahlreichen Drüsenschläuche einmünden.

Aufgelegte Schriften:

Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M. 1889 und 1890.

15. Bericht des naturhistorischen Vereins zu Passau für 1888 und 1889. Passau 1889.

Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. II. 4. Ser. Manchester 1889.

Monatl. Mitteilungen aus dem Gesammtgebiet der Naturwissenschaften. Jahrg. 7. No. 6—12. Jahrg. 8. No. 1—7. Frankfurt a. O.

Societatum litterae. 3. Jahrg. No. 7—12. 4. Jahrg. No. 1—3. 7—9.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt. 1889 No. 13—18. 1890 No. 1—13.

Leopoldina. Heft XXV. No. 23—24. Heft XXVI. No. 1—22.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno 286 Rendiconti Vol. V. fasc. 6—13. Anno 287 — 1890 Rendiconti Vol. VI. fasc. 1—12 (1. Sem.) fasc. 1—8 (2. Sem.). Roma 1890.

Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. V. 2. u. 3. Heft. VI. 1. u. 2. Heft. München 1889 u. 1890.

Berichte des naturwissenschaftlich-medicinischen Vereins in Innsbruck. Jahrg. XVIII. Innsbruck 1889.

XV. Jahresbericht der Gewerbeschule zu Bistritz. Bistritz 1889.

Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin 1889/90 No. 4—11. No. 13—18.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology. Vol. XVI. No. 6—9. Vol. XVII. No. 6. Vol. XVIII. Vol. XIX. No. 1—4. Vol. XX. No. 1—3. Cambridge 1889 und 1890.

Acta Societatis pro fauna et flora Fennica. Vol. V. Pars 1. Helsingfors 1888.

Meddelanden af Societas pro fauna et flora Fennica. Heft 15. Helsingfors 1888/89.

Halmar Hjelt, Notae conspectus florae Fennicae. Helsingfors 1888.

Digitized by Google

Herbarium Musei Fennici. Ed. 2. I. Plantae vestalares. Helsingfors 1888.
Journal of the New-York microscopical Society. Vol. VI. No. 1—4.
Annual Report of the Museum of comparative Zoology at Harvard College 1888/89. Cambridge 1889.
Von »Magnetical and Meteorological Observatory at Batavia« Observations. Vol. XI. 1888. Batavia 1889.
Regenwaarnemingen in Nederlandsch Indie. Jahrg. X. Batavia 1889.
Rendiconti dell' Accademia delle Scienze fisiche è matematiche. Serie 2. Vol. III. fasc. 1—12. Napoli 1889.
Washington Observations during 1884 in the United States Naval Observatory. Washington 1889.
Actas de la Academia Nacional de Ciencias en Cordoba. Tom. VI et Atlas. Buenos Aires 1889.
Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. N. S. Vol. XV und XVI. Boston 1888 und 1889.
Transactions of the Wagner Free Institute of Science of Philadelphia. Vol. 2 und 3. Philadelphia 1889 und 1890.
Bulletin 1 of the U. S. Department of Agriculture. Washington 1889.
The American Naturalist. Vol. XXIV. No. 277—287. Philadelphia 1890.
North American Fauna. No. 1 u. 2. Washington 1889.
Mc. Coy, Zoology of Victoria. Dec. XIX u. XX. Melbourne 1889 und 1890.
Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. 1889 No. 3 u. 4. 1890 No. 1 u. 2. Moscou 1890.
Bergens Museums Aarsberetning 1889. Bergen 1890.
8. bis 11. Bericht des botanischen Vereins in Landshut nebst Flora des Isargebietes. Landshut 1882—1890.
Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle a. S. 1890. Halle a. S. 1890.
Jahresbericht über die Verwaltung des Medicinalwesens der Stadt Frankfurt a. M. Jahrg. XXIII. Frankfurt a. M. 1890.
Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark. Jahrg. 1889. Graz 1890.
Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Societät in Erlangen. Heft 21 und 22. 1889 und 1890. München 1890.
Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. 7. Heft 3. Danzig 1890.
Verhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Basel. Bd. VIII. Heft 3. Bd. IX. Heft 1. Basel 1890.
XV. Bericht der naturforschenden Gesellschaft in Bamberg. Bamberg 1890.

Digitized by Google

Berichte des naturwissenschaftlichen Vereins zu Regensburg. Heft II. Regensburg 1890.
Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 62. Heft 3—6. Bd. 63. Heft 1—5. Halle a. S. 1889 und 1890.
Mittheilungen der Pollichia. No. 1 und 2. 1888. No. 3. 1889. No. 4. 1890.
Bollettino del R. Comitato Geologico d'Italia. Vol. 20. No. 1—12. Roma 1889.
Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. Jahrg. 1889. Würzburg 1889.
Jahresbericht des Vereins für Naturkunde zu Zwickau 1889. Zwickau 1890.
Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. Band XXVII, nebst VII. Bericht der meteorologischen Commission. Brünn 1889.
Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1887/88. St. Gallen 1889.
Publication der Norwegischen Commission der Europäischen Gradmessung. Heft VI und VII. Christiania 1888 und 1890.
Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. Dreissigster Jahrgang 1889. Königsberg 1890.
Jahrbuch der hamburgischen wissenschaftlichen Anstalten. VII. Jahrg. 1889. Hamburg 1890.
27. Bericht der Oberhessischen Gesellschaft für Natur- u. Heilkunde. Giessen 1890.
Jahresbericht und Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Magdeburg 1888 und 1889. Magdeburg 1889 und 1890.
Jahreshefte des naturwissenschaftlichen Vereins für das Fürstenthum Lüneburg. XI. 1888/89. Lüneburg 1890.
Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. XXXI (Nachtrag), XXXII und XXXIII, nebst Arbeiten des Naturforscher-Vereins N. F. Heft 6. Riga 1889.
Acta Horti Petropolitani. Tom. XI. fasc. I. St. Petersburg 1890.
74. Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft in Emden 1888/89, nebst Festschrift über die Feier ihres 75jährigen Bestehens. Emden 1890.
Archives du Musée Teyler. Ser. II. Vol. III. Part. 4. Haarlem 1890.
Fondation Teyler. Catalogue de la Bibliothèque. Vol. II. 1.—3. Lief. Haarlem 1889.
Jahrbuch des Ungarischen Karpathen-Vereins. XVII. Jahrgang. 1890. Iglo 1890.
Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft in Lugano 1889. Lugano 1890.

Digitized by Google

Sitzungsberichte der naturforschenden Gesellschaft in Leipzig. Jahrg. 15 und 16. 1888—1890. Leipzig 1890.

Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens. Jahrg. 46. 2. Hälfte. Jahrg. 47. 1. Hälfte. Bonn 1889 und 1890.

17. Jahresbericht des Westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst. 1888. Münster 1889.

38. und 39. Jahresbericht der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover. 1887/88 und 1888/89. Hannover 1890.

Jahresbericht der Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag 1889. Prag 1890.

Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. 29. Band 1888/89. Wien 1889.

67. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1889. Breslau 1890.

Jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg 1889. Nürnberg 1890.

Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. N. F. XXXIII. Jahrg. 1888/89. Chur 1890.

Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins des Harzes in Wernigerode. 4. Bd. 1889. Wernigerode 1889.

Bericht über das XV. Vereinsjahr, erstattet vom Verein der Geographen an der Universität Wien. Wien 1889.

Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn. 1889. Bonn 1889.

Abhandlungen, herausgegeben vom naturwissenschaftlichen Vereine zu Bremen. Bd. XI. Heft 1 u. 2. Bremen 1889 u. 1890.

Notizblatt des Vereins für Erdkunde zu Darmstadt. IV. Folge. 10. Heft. Darmstadt 1889.

Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Verein für Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald. 21. Jahrg. 1889. Berlin 1890.

Die Trollhättan-Fahrt der Geographischen Gesellschaft zu Greifswald. Pfingsten 1890. Greifswald 1890.

Verhandelingen der Koninkl. Akademie van Wetenschappen. 27. Theil. Amsterdam 1890.

Verslagen en Mededeelingen der Koninkl. Akademie v. W. 6. u. 7. Theil. Amsterdam 1889 und 1890. — Jaarboek 1889.

Sitzungsberichte und Abhandlungen der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden. Jahrg. 1889. Juli-December. Dresden 1890.

Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft 1889. Bd. XX. Berlin 1890.

Den Norske Nordhavs-Expedition. XIX. Christiania 1890.

Digitized by Google

Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. 16. Heft 1. Frankfurt a. M. 1890.
Statistische Mittheilungen über den Civilstand der Stadt Frankfurt a. M. im Jahre 1889. Frankfurt a. M. 1890.
Atti e Rendiconti della Accademia Medico-Chirurgica di Perugia. Vol. II. fasc. 1 u. 2. Perugia 1890.
Transactions of the American Philosophical Society. Vol. XVI. N. S. Part. III. Philadelphia 1890.
Proceedings of the American Philosophical Society. Vol. XXVI —XXVIII, Philadelphia.
Proceedings and Transactions of the Nova Scotian Institute of Natural Science of Halifax. Vol. VII. Part. III. Halifax N. S. 1889.
Proceedings of the California Academy of Sciences. Vol. II. 1889. St. Francisco 1890.
Boletin de la Academia Nacional de Ciencias en Cordoba. Tom. X. Entr. 3a. Buenos Aires 1889.
John G. Bourke, Notes upon the gentile organization of the Apaches of Arizona.
7. Annual Report of the board of trustees of the public museum of the city of Milwaukee. 1889.
Proceedings of the Natural History Society of Wisconsin. Milwaukee 1889.
Report of the superintendent of the U. S. Naval Observatory. Washington 1889.
Annual Report of the geological and natural history survey of Canada. Vol. III. Part I u. II u. Maps. Montreal 1889.
7. und 8. Annual Report of the United States geological survey. 1885—87. Washington 1888 und 1889.
Catalogue of Stars observed at the U. S. Naval Observatory during 1845—1877. Washington 1889.
Proceedings of the Boston Society of Natural History. Vol. XXIV. Part 1 u. 2. Boston 1889.
Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Part 2 u. 3 1889. Part. 1 1890. Philadelphia 1889 u. 1890.
Memoirs of the Museum of Comparative Zoology. Vol. XVI. No. 3. Vol. XVII. No. 1. Cambridge 1889 und 1890.
Annual Report of the Bureau of Ethnology 1883/84. 1884/85. Washington 1887 und 1888.
Dr. L. Darapsky, Las Aguas Minerales de Chile. Valparaiso 1890.
Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales. Vol. XXII. Part. 2. Vol. XXIII. Part 1. Sydney 1889.
Catalogue of the Scientific Books in the library of the Royal Society of New South Wales. Sydney 1889.

Digitized by Google

Report of the first meeting of the Australasian Association for the Advancement of Science. Sydney 1889.
Smithsonian Report 1886 Part. II. 1887 Part I u. II. Washington 1890.
Smithsonian Contributions to Knowledge. Vol. XXVI. Washington 1890.
Atti della R. Accademia dei Lincei. Memorie Ser. IV. Vol. V. Roma 1888.
Von Smithsonian Inst.
The problem of the Ohio mounds, by Cyrus Thomas. 1889.
Bibliographie of the iroquoian languages, by J. C. Pilling. 1888.
Bibliographie of the muskhogean languages, by J. C. Pilling. 1889.
The circular, square and octagonal earthworks of Ohio, by Cyrus Thomas. 1889.
Textile fabrics of ancient Peru, by William H. Holmes. 1889.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

288.2

Marburg
Sitzungsberichte
1891

Digitized by Google

Digitized by Google

195.7

Sitzungsberichte

4058

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

JUL 30 1892

Jahrgang 1891.

Marburg.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
1892.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 1. Februar 1891.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 28. Februar 1891 sprach Herr Professor R. Greeff:

Ueber die Erd-Amöben.

Zweite Mittheilung [1]).

Aeussere Cuticula. Protoplasma. Granulabildung. Contractile Behälter. Systematisches.

In der Sitzung vom 19. December 1890 habe ich, im Anschluss an frühere Untersuchungen, über einige Ergebnisse weiterer Beobachtungen der Form- und Lebenserscheinungen der Erd-Amöben berichtet, namentlich über die in Gestalt radiärer, sehr dicht zusammengedrängter, feiner Fasern im Ectoplasma vorkommenden muskulären Elemente, sowie über die Sonderung des Ecto- und Entoplasma und einige Eigenschaften des Letzteren gegenüber dem Ectoplasma.

Ich habe seitdem die Untersuchung dieser merkwürdigen Organismen, die, vermöge mancher scharf ausgeprägter Eigenthümlichkeiten, vielleicht geeignet sind, auch für die Aufklärung allgemeiner Fragen über die Organisation des Protoplasma's und der Rhizopoden beizutragen,

1) Erste Mittheilung: Diese Sitzungsberichte, Dec. 1890, No. 3, S. 21.

Digitized by Google

fortsetzen und erweitern können, gleichzeitig auch eine systematische Prüfung der bisher beobachteten Formen der Erd-Amöben unternommen, die zu der sicheren Unterscheidung von fünf verschiedenen Arten geführt hat.

Wer sich eingehender mit der Untersuchung der Protozoen und insbesondere der Rhizopoden beschäftigt hat, weiss, wie schnell eintretend und tief eingreifend die Veränderungen sind, die der zarte protoplasmatische Körper durch die Einwirkung verschiedener Reagentien erleidet, so dass die Bezeichnung der hierdurch erlangten Bilder als »Kunstproducte«, im Vergleich mit den lebenden Objecten, in der That sehr häufig volle Berechtigung verdient.

Ich habe mich deshalb bemüht, zunächst soweit wie möglich die Natur der lebenden Organismen zu ermitteln und bin nur dann von diesem Wege abgegangen, wo er nicht allein zum gewünschten Ziele der Erkenntniss führte. Stets aber bin ich von den durch künstliche Behandlung erlangten Ergebnissen behufs vergleichender Controle zur Beobachtung des lebenden Organismus zurückgekehrt.

Von Reagentien hat mir die besten, ja fast die einzigen wesentlich fördernden Dienste die Ueberosmiumsäure geleistet, die sich, wie bei der Untersuchung anderer Organismen und mancher Gewebe, auch hier gewissermassen souverän erwiesen hat und nach meiner Erfahrung durch kein anderes Mittel ersetzt werden kann. Die in Osmium getödteten Amöben wurden dann, wie bereits in meiner ersten Mittheilung berichtet, noch kurze Zeit der Einwirkung sehr verdünnten Alkohols ausgesetzt. Von den zahllosen Färbemitteln habe ich mich mit Vortheil des Methylenblau's bedient, zumal dasselbe in das Protoplasma des lebenden Organismus mit Leichtigkeit eindringt und ihn erfüllt, ohne seine Lebensthätigkeit wesentlich zu beeinträchtigen. Zur nachträglichen Fixirung erwies sich Picrocarmin in mancher Beziehung günstiger, als das sonst hierzu dienende picrinsaure Ammoniak.

Digitized by Google

Die äussere Cuticula.

Eine äussere, den Amöbenkörper umgebende Haut ist bisher mit Sicherheit nicht beobachtet und, wo sie aufzutreten schien, auch nicht als solche anerkannt worden, da man sie mit der Nahrungsaufnahme des lebenden Organismus nicht für vereinbar hielt. Sie galt in solchem Falle als eine Abscheidung der äusseren Plasmaschicht, die in Folge der Reagentien-Einwirkung oder durch Zersetzung nach dem Absterben der Amöbe als scheinbare Haut sich abhob. In diesem Sinne habe auch ich meine hierauf bezüglichen Wahrnehmungen früher und bei späteren Mittheilungen geglaubt deuten zu müssen. Die genauere Prüfung bietet aber zweifellose Sicherheit, dass, wie ich dieses bereits in meinem ersten Vortrag ausgesprochen habe, auch die lebende Amöbe von einer vom Plasma verschiedenen und von ihm scharf abgegrenzten Cuticula umgeben ist. Schon an der unveränderten, unter dem Deckglase hinkriechenden Amöbe kann man bei Verfolgung des den Bewegungen vorangehenden Ectoplasma-Saumes sich von ihrer Anwesenheit überzeugen. Lässt man während der Beobachtung eine schwache Methylenblau-Lösung zufliessen, so sieht man, sobald der Farbstoff mit der Oberfläche in Berührung kommt, zuerst ein feines blaues Band auftreten, das den kurze Zeit ungefärbten Körper umgrenzt. Bald darauf dringt der Farbstoff, ohne dass die Bewegungen der Amöbe aufhören, in das Ectoplasma ein und auch jetzt noch erkennt man an der etwas anderen Färbung und dem anderen Lichtbrechungsvermögen zwischen Ectoplasma und der dasselbe umgebenden Grenzschicht, sowie an den über die Oberfläche des Körpers hinziehenden mannigfachen, durch die Contractionen des Ectoplasma's erzeugten blauen Furchen und Falten die selbständige Existenz einer Cuticula. Noch klarer stellt sich die Erscheinung dar, wenn man die Amöbe vorher in Osmium tödtet und gleich in Wasser mit nachfolgendem Zufluss von Methylenblau untersucht. Das blaue Band erscheint auch jetzt alsbald und erhält sich, allmählich intensiver werdend, längere Zeit,

Digitized by Google

während das unterliegende Plasma vom Farbstoff noch unberührt bleibt und nun bietet sich an der, fast wie im Leben unveränderten, aber unbeweglich ausgebreiteten Amöbe dem Auge ein so schönes und ausgeprägtes Bild einer äusseren Cuticula, wie es deutlicher kaum gedacht werden kann. Erst zögernd und allmählich färbt sich an dem Osmium-Präparat dann das Ectoplasma. Aber auch jetzt noch sind beide, Plasma und Cuticula, scharf gegeneinander abgegrenzt. Ich kann somit meine schon in der ersten Mittheilung auf Grund der Prüfung des lebenden Objectes ausgesprochene Ueberzeugung von der Existenz einer den Amöbenkörper umgebenden, vom Plasma desselben verschiedenen und von ihm scharf abgegrenzten Cuticula bestätigend wiederholen.

Dass bei Zersetzung des Plasma's durch weitere Behandlung mit Reagentien, namentlich durch die Einwirkung starken Alkohols oder in Folge des Absterbens sich der Körper oft kugelig aufbläht und dann eine äussere Membran vom Plasma sich abhebt resp. isolirt, habe ich in meinen früheren Abhandlungen schon mitgetheilt, ebenso, dass zuweilen bei den Erd-Amöben ein förmlicher Häutungsprocess stattfindet. Man sieht dann, wie ich das bereits rücksichtlich des bekannten am Hinterende zuweilen auftretenden eigenthümlichen Zottenanhanges beobachtet und in meiner ersten Abhandlung über die Erd-Amöben beschrieben habe, einen unregelmässigen Klumpen abgestreifter und zusammengefalteter Haut dem hinteren Theil des Körpers anhängen, in der Regel durch eine schmale Brücke noch mit ihm verbunden. Ich habe seitdem derartige mit zweifellosen Häutungen zusammenhängende Beobachtungen mehrfach wiederholen können.

Wie wird nun aber die Nahrung in das Entoplasma des Amöbenkörpers aufgenommen und wie unbrauchbare Stoffe daraus entfernt? Es scheint mir zunächst, dass beides, Aufnahme und Abgabe, bei vielen Amöben an einer bestimmten Stelle des Körpers erfolgt, die bei den Bewegungen in der

Digitized by Google

Regel nach hinten gerichtet ist. Ich habe bereits früher eine hierauf zu deutende Beobachtung beschrieben und seitdem Aehnliches häufig wahrgenommen.

Man sieht alsdann einen Algenfaden, eine Wurzelfaser oder andere, ihrer ursprünglichen Natur nach schwer erkennbare, Gegenstände zum Theil in dem Ectoplasma stecken, zum Theil noch aus dem Körper, und zwar fast stets aus dem hinteren Ende desselben, hervorragen. Das Letztere ist in der Regel durch die Contractionen am meisten zusammengeschnürt, zahlreiche tiefe Furchen und Falten bildend und konisch gestaltet. Prüft man eine solche in der Aufnahme eines Algenfadens begriffene Amöbe genauer, so erkennt man, dass die Oberfläche resp. die Cuticula an jener Stelle von dem betreffenden Gegenstand mitsammt dem Ectoplasma eingestülpt und im Innern des Körpers durchbrochen ist. Die Nahrungsaufnahme erfolgt somit ganz in derselben Weise wie bei allen übrigen Rhizopoden, nur mit der meiner Meinung nach unwesentlichen Complication, dass der betreffende Gegenstand hier nicht allein durch das Plasma, sondern auch durch die dasselbe umgebende Cuticula hindurchgeschoben werden muss. Jedenfalls vollzieht sich der Process des Durchtritts durch die, wie die Beobachtung lehrt, zarte, nachgiebige und elastische Cuticula viel leichter als durch das zäh-feste Ectoplasma. Meistens ist ausserdem diese Stelle der Nahrungsaufnahme resp. das hintere Ende durch sehr dünnschichtiges Ectoplasma und zuweilen auch noch durch eigenthümliche Einlagerung von Körnchen ausgezeichnet.

Das Protoplasma.

Das Protoplasma der Erd-Amöben ist, wie ich wiederholt nachgewiesen habe und wie leicht bestätigt werden kann, in zwei, durch ihre Lagerung, ihr Aussehen, ihre Consistenz etc. verschiedene Zonen getrennt, Ectoplasma und Entoplasma. Wir werden aber sehen, dass diese beiden Schichten nicht bloss durch diese leicht erkennbaren Charaktere von einander ge-

Digitized by Google

schieden sind, sondern dass dieselben zwei durch ihre innere Organisation und ihre physiologische Bedeutung verschiedene Plasma-Arten darstellen.

A. Ectoplasma.

Das Ectoplasma erscheint in der lebenden Amöbe völlig homogen, hyalin und farblos. Bei genauester Prüfung vermittelst starker Immersionen vermag ich nichts von Structurverhältnissen in demselben wahrzunehmen, namentlich nichts von einer schaumigen oder netzförmigen Bläschen- oder »Wabenstructur«, wie sie Bütschli vielfach im Protoplasma sah und als allgemeine Grundstructur desselben schildert und wie ich sie selbst auch im Entoplasma mancher Rhizopoden (Pelomyxa u. a.) beobachtet und beschrieben habe. Wäre eine solche Vacuolen- oder Wabenbildung vorhanden, so müsste sie, meiner Meinung nach, bei einer einigermassen genauen Prüfung mit guten Immersionen zu sehen sein, da im Allgemeinen wenige Gebilde in Folge ihres eigenthümlichen Lichtbrechungsvermögens schärfer und leichter erkennbar aus dem lebenden Protoplasma hervorzutreten pflegen, als gerade die kleinen und kleinsten »Vacuolen« d. h. die mit Flüssigkeit erfüllten kleinen Räume. Ich glaube später bei Erörterung der Organisation des Entoplasma's in Verbindung mit den in ihm vorkommenden contractilen Räumen die völlige Abwesenheit einer schaumigen Wabenstructur im Ectoplasma noch überzeugender nachweisen zu können, als durch jene directe Beobachtung.

Anders verhält es sich mit der von mir aufgefundenen und in meiner ersten Mittheilung dargelegten Faserstructur des Ectoplasma's. Den Fasern wohnt offenbar dasselbe Lichtbrechungsvermögen bei, wie der Grundsubstanz, in die sie eingebettet sind, so dass beide wegen der vollkommenen Durchsichtigkeit des ganzen Ectoplasma's im Leben nicht zu unterscheiden sind. Durch die früher erörterte Einwirkung von Osmium-Alkohol werden indessen beide als sichtbare Elemente

Digitized by Google

getrennt und fixirt und die Fasern liegen nun so deutlich und klar, in dichten Zügen die ganze Ectoplasma-Zone durchlaufend vor dem Auge, dass an ihrer reellen Existenz nicht zu zweifeln ist. So habe ich sie seit meiner ersten Mittheilung wiederholt gesehen und auch hiesigen Fachgenossen überzeugende Anschauung davon bieten können. Am schönsten und in voller Klarheit tritt aber die Faserstructur, wie ich bereits früher bemerkt habe, erst bei den grossen vielkernigen Erdamöben zu Tage und zwar insbesondere bei der unten als Amoeba fibrillosa Gr. bezeichneten Art, die leider gegenüber den anderen einkernigen Formen zu den Seltenheiten gehört.

Wie ist nun die protoplasmatische Grundsubstanz des Ectoplasma's, die Trägerin der Fibrillen beschaffen und wie verhält sich dieselbe zu diesen? Lässt man einer lebenden Amöbe eine schwache Methylenblau-Lösung zufliessen, so färbt sich, wie bereits früher mitgetheilt, der Körper schnell, zuerst die äussere Cuticula und dann das Plasma. Die äusserste Schicht des Ectoplasma's ist am intensivsten gefärbt, nach innen nimmt die Färbung allmählich ab bis zur Grenze des Entoplasma's, das sich langsamer und, wie wir später noch sehen werden, in ganz anderer Weise färbt, als das Ectoplasma. Die Färbung des Letzteren ist aber diffus, so dass ich meinerseits auch jetzt noch nichts von Structurverhältnissen wahrzunehmen vermag. Nur nach Fixirung schien mir zuweilen eine äusserst feine Granulation hervorzutreten. Dasselbe Resultat erhielt ich durch Behandlung mit anderen Farbstoffen und Reagentien. Dauert die Einwirkung länger, so tritt eine weitere Veränderung ein: zwischen der feinen Granulation erscheint ein schwer definirbares, unregelmässig netzförmiges Gefüge, ähnlich dem, das bei Substanzen und Geweben nach längerer Einwirkung von Reagentien in Folge eines Gerinnungs- oder Zersetzungsprocesses wahrgenommen wird. Schliesslich bläht sich der Körper zu einer kugeligen Blase auf, deren Wandung von der äusseren Cuticula gebildet wird. An der Innenfläche derselben haften noch unregelmässige Reste des nun ganz zerfallenen Ectoplasma's.

Digitized by Google

Nach der früher erörterten Behandlung mit Osmium-Alkohol behufs Darstellung der Faserstructur des Ectoplasma's erscheinen unter günstigen Umständen die radiär verlaufenden und schräg sich kreuzenden Fasern so dicht gedrängt im Ectoplasma, dass wenig Anderes wahrzunehmen ist, wenn nicht wiederum, wie mir zuweilen schien, zwischen ihnen eine feine Granulation. Nach längerer Einwirkung des Alkohols wird die Faserstructur undeutlich und verschwindet schliesslich, nun den früher erwähnten Bildern von feinster Körnelung und unregelmässig netzförmigem Gefüge Platz machend.

B. Entoplasma.

Während das Ectoplasma, wie ich dies schon in meiner ersten Abhandlung vom Jahre 1866 über die Erdamöben ausgesprochen und in meiner letzten Mittheilung schärfer formulirt und begründet habe, die motorische Zone des Amöbenkörpers darstellt und dementsprechend organisirt ist, zeigt das Entoplasma einen ganz anderen Charakter, sowohl rücksichtlich seiner Organisation, als seiner physiologischen Bedeutung.

Dem zäh-festen Ectoplasma gegenüber ist das Entoplasma weich und flüssig und folgt den Contractionen der motorischen Aussenzone, den Innenraum durchströmend, mitsammt seinen mannigfachen Einschlüssen, ohne scheinbar activ an den Bewegungen des Körpers Theil zu nehmen.

Der wichtigste Bestandtheil des Entoplasma's, seine Grund- und Lebenssubstanz, die ihm und damit dem ganzen Protoplasma einen eigenthümlichen Charakter aufprägt, sind, meiner Meinung nach, seine Granula. Dieselben treten in zwei durchaus verschiedenen Elementen auf, von denen die einen leicht, die anderen sehr schwer im lebenden Körper zu sehen und in der That bisher übersehen worden sind, trotzdem gerade sie stets gleichmässig das Entoplasma erfüllen und für dasselbe

Digitized by Google

von fundamentaler Bedeutung zu sein scheinen. Die Sonderung dieser beiden Granula-Elemente, namentlich die Erkenntniss der zuletzt erwähnten eigentlichen Elementargranula des Protoplasma's der Amöbe, scheint mir ein Hauptergebniss meiner erneuerten Untersuchung, das mich zugleicherzeit den Anschauungen Altmann's über die Bedeutung der Zellengranula zugeführt hat. Ich glaube in der That, dass hier ein reiches und fruchtbringendes Feld der zukünftigen Forschung über die Constitution des Protoplasma's und der Zelle sich eröffnet, zumal wenn es gelingt, die bisherigen optischen Hülfsmittel noch zu verstärken, da die Untersuchung meist an der Grenze des Sichtbaren sich bewegt.

Alsbald bei der genaueren Prüfung des Entoplasma's der Amöbe in die Augen fallend sind die bekannten, das Licht stark brechenden, dunkelglänzenden, bald sehr feinen, bald gröberen, bald rundlich, oval, stäbchenförmig, selbst crystalloid gestalteten, auch in sehr wechselnder Menge im Entoplasma einer und derselben Art auftretenden Granula, die bisher im Allgemeinen allein als Körnchen des Amöben- und Rhizopoden-Protoplasma's beobachtet und beschrieben und meist als Stoffwechselproducte angesehen worden sind. Ich möchte sie vorläufig zur Unterscheidung von den anderen Elementen Glanzgranula nennen.

Trotz ihrer Unbeständigkeit im Vorkommen scheinen sie für jede Art bestimmte Formen und unter besonderen Umständen auch bestimmte Lagerung und Anordnung anzunehmen, wie sie z. B. bei Amoeba terricola in der auf das Ectoplasma nach innen folgenden und, wie in meiner ersten Mittheilung erörtert, mit ihm verbundenen Schicht des Entoplasma's zuweilen eine eigenthümlich netzförmige oder im Verein mit den Elementargranula radiär gegen die Peripherie gerichtete Anordnung zeigen. Auch sieht man häufig zwei, drei oder eine grössere Zahl perlschnurartig an einander gereiht oder gruppenweise zu dreien, vieren in regelmässiger Dreiecks- und Viereckform oder auch in un-

Digitized by Google

regelmässigen Figuren vereinigt, wodurch zum Theil wohl die erwähnte scheinbare maschenförmige Anordnung zum Ausdruck gelangen mag. Die äussere Gestalt der Glanzgranula der Erdamöben ist im Allgemeinen kugelig. Bei genauerer isolirter Betrachtung scheinen sie noch von einem feinen, hellen Hof umgeben, der nicht den Eindruck einer Vacuole macht.

Jedenfalls wird es noch einer besonders eingehenden, sorgfältigen und nach verschiedenen Richtungen ausgeführten Prüfung bedürfen, um diese Glanzgranula nach ihren Formverhältnissen bei den verschiedenen Arten oder innerhalb einer und derselben Art gegen einander und gegen andere mehr oder minder ähnlich gestaltete, aber nicht zu ihnen gehörende Einschlüsse des Amöbenkörpers abgrenzen zu können, noch mehr wohl, um eine Einsicht in ihre Genese, ihr chemisches und physikalisches Verhalten und damit vielleicht in ihre Lebensbedeutung zu erhalten [1]).

Comprimirt man den lebenden Amöbenkörper allmählich unter dem Deckglase durch Wasserentziehung, so gelangt man,

---

1) In besonders auffallendem Maasse treten, wie ich hier gleich hinzufügen möchte, Verschiedenheiten der Glanzgranula bei gewissen Wasseramöben hervor, namentlich solchen mit crystalloiden Granulabildungen im Entoplasma. Neben diesen crystalloiden finden sich auch stets sehr feine rundliche Glanzgranula. In meinen »Studien über Protozoen« (Diese Sitzungsberichte, 1888, No. 2, März) habe ich über die Formverhältnisse und die merkwürdigen chemischen Reactionen der Crystalloide von Amoeba proteus und die hieraus sich ergebenden Schlüsse bereits ausführliche Mittheilung gemacht (a. a. O. S. 136 ff.): Die crystalloiden Glanzgranula bestehen hier aus einer Doppelpyramide mit einem in der Mitte eingefügten kleinen glänzenden und nach aussen vorspringenden Knöpfchen. Bei Zusatz von 20%iger Kalilauge verschwand das Crystalloid, mit Ausnahme des seitlichen Knöpfchens, und bei 2%iger Essigsäure das Knöpfchen, während die Doppelpyramide unverändert blieb. Hieraus folgt also die merkwürdige Thatsache, dass der Haupttheil des crystalloiden Glanzgranulum aus organischer, das seitlich eingefügte Knöpfchen aber aus anorganischer Substanz (Kalksalz) besteht.

Digitized by Google

anfangsf reilich nicht ohne Mühe und und wiederholte Versuche, bei einiger Erfahrung leichter zur Anschauung der anderen Granula-Elemente, die ich Elementar-Granula nennen möchte, einerseits zur Unterscheidung gegen die Glanzgranula und andererseits, da ich sie für die eigentlichen Elemente des Protoplasma's im Entoplasma der Erdamöbe, diesem seine Organisation gebend und dasselbe stets gleichmässig erfüllend, halte.

Man überzeugt sich bei dieser Prüfung bald, dass diese Elementargranula Bildungen von ganz anderem Charakter darstellen als die Glanzgranula, so dass sie mit diesen, wenn man sie einmal aufgefunden hat, niemals verwechselt werden können.

Die Elementargranula sind erheblich grösser, als die Glanzgranula, sehr schwach lichtbrechend, äusserst blass, und ebendaher im Leben schwer und nur vermittelst guter Immersionen deutlich zu erkennen, ganz von dem Aussehen hyaliner Protoplasmakörperchen. Ihrer äusseren Form nach sind sie selten mehr oder minder kreisförmig, meist oval, kurz-stäbchen-, spindel- oder wurstförmig, doch treten wahrscheinlich auch rücksichtlich dieser Elemente bei den einzelnen Arten eigene charakteristische Formen auf, die vielleicht für die Art-Diagnose von Bedeutung sein können.

Prüft man die Elementargranula isolirt bei starker Vergrösserung, so scheinen sie ebenfalls, wie die Glanzgranula, von einem sehr zarten, nicht scharf umgrenzten Hof umgeben und aus dem Innern ein Centrum hervorzutreten, das den Eindruck einer sehr kleinen, das Licht anders brechenden resp. mit anderer Substanz erfüllten Höhlung macht und das wird alsbald durch Färbung der Amöbe mit Methylenblau bestätigt. Die Granula nehmen den Farbstoff, wenn derselbe in das Entoplasma eingedrungen ist, nach einiger Zeit auf und erscheinen nun mit einem lebhaft blau gefärbten kleinen Centrum. Dann haben diese Gebilde in Verbindung mit dem äusseren Hof eine seltsame Aehnlichkeit mit einer minimalen Zelle.

Digitized by Google

Ausser durch die oben erwähnte allmähliche Compression gewinnt man, wie ich noch zur Beachtung hinzufügen möchte, eine sehr günstige Anschauung isolirter Elementargranula, wenn man einen eben prall gefüllten contractilen Behälter, der sich gegen die Peripherie hervorwölbt, in's Auge fasst, namentlich dann, wenn er eine nach oben, dem Beschauer zugewendete Lage eingenommen hat. Der Behälter dringt, immer mehr sich erweiternd, in das Ectoplasma ein, so dass bald nur wenige Gebilde des Entoplasma's an seiner Oberfläche zurückgeblieben resp. zu sehen sind, Granula und mitunter einzelne kleine und kleinste Flüssigkeitsvacuolen und nun kann man mit völliger Klarheit und Sicherheit die Elementargranula und Glanzgranula, beide über die Wölbung des Behälters wandernd erkennen und sich, sie mit andern vergleichend, von der fundamentalen Verschiedenheit Beider überzeugen. Gleichzeitig bietet sich bei dieser Betrachtungsweise auch meist Gelegenheit, die Granula von den ebenfalls zuweilen vorüberziehenden kleinen Vacuolen zu sondern und sich vor Verwechselung mit diesen zu sichern und endlich kann man nun nochmals in hierfür günstigster Lagerung des Amöbenkörpers die Gleichartigkeit des Ectoplasma's, namentlich die Abwesenheit einer schaumigen oder Wabenstructur, bestätigen.

Beide, die Glanz- und Elementargranula, sind in ein weichflüssiges und, wie es scheint, im Leben homogenes und hyalines Plasma eingebettet und werden in diesem mit sammt den übrigen Einschlüssen und Bildungen des Entoplasma's im Innern strömend umhergeführt.

Ueber die vitale Bedeutung der Elementar- und Glanzgranula wage ich vorläufig keine Ansicht zu äussern. Ausser Zweifel aber scheint mir, dass die Ersteren mit wichtigen Aufgaben für das Leben ihrer Träger betraut sind, die aber bei den verschiedenen Formen der Rhizopoden je nach ihren besonderen Lebens-Bedürfnissen und -Bedingungen und dem damit zusammenhängenden Aufbau ihres Körpers wechselnde sein mögen. Dass die Glanzgranula im Allgemeinen als Ernährungs- resp. Stoffwechselproducte anzusehen seien, ist mir

Digitized by Google

wahrscheinlich, wird aber auch erst durch genaueste und vielseitige Untersuchung zu entscheiden sein [1]).

Die contractilen Behälter.

Den Process der Entleerung und Wiederfüllung der contractilen Behälter oder »Vacuolen« unserer Erdamöben habe ich zuerst im Jahre 1866 beobachtet und genau beschrieben. Es

1) Nach den bisher an anderen Sarcodinen gewonnenen Beobachtungen kann ich nicht zweifeln, dass sich bei den meisten derselben, vielleicht bei allen eine ähnliche Granula-Organisation resp. -Differenzirung in Elementar- und Glanzgranula wird nachweisen lassen wie bei den Erdamöben. Mit Sicherheit habe ich sie erkannt bei Amphizonella violacea Gr., Pelomyxa palustris Gr., Amoeba proteus, und einigen dieser in ihrem Aussehen und Grösse nahestehenden ein- und mehrkernigen Amöben, deren Entoplasma neben crystalloiden und kleinen rundlichen Glanzgranula sehr blasse, ovale, spindel- oder stäbchenförmige Elementargranula enthält. Die Elementargranula treten übrigens bei einigen Sarcodinen, statt im Entoplasma, im Ectoplasma auf, diesem nun einen besonderen Charakter aufprägend und gleichzeitig beide Plasmazonen von einander scheidend. In dieser Vertheilung finden sie sich als rundliche, blasse Granula bei Actinosphaerium Eichhornii, wo sie auf das grossblasige Ectoplasma und zwar auf die peripherische, zuweilen fein-vacuolär erscheinende Schicht, desselben beschränkt zu sein scheinen. In solchem Vorkommen habe ich sie bereits im Jahre 1871 beobachtet und als besondere peripherische Protoplasma-Schicht des Actinosphaerium-Körpers beschrieben. In überraschender Weise gelangt dieses Verhältniss zum Ausdruck durch Färbung mit Methylenblau, da sich hierdurch sofort und meistens ganz allein das die Elementargranula enthaltende Ectoplasma mit seinen Pseudopodien färbt, während das Entoplasma, das hauptsächlich die, meist von Blasen umschlossenen und häufig tanzend in ihnen sich bewegenden, Glanzgranula enthält, ungefärbt bleibt und von dem Ersteren wie von einem blauen Gürtel umgeben ist. Man erkennt nun auch viel deutlicher als vorher die Elementargranula, da sie es hauptsächlich sind, die den Farbstoff aufgenommen haben und die Färbung des Ectoplasma's bedingen. Lässt man nachträglich Picrocarmin einwirken, so erlangt man, namentlich bei Osmium-Alkohol-Präparaten eine sehr schöne Doppelfärbung: Der blaue Ectoplasma-Gürtel erhält sich, während die durch Picrocarmin lebhaft rothgefärbten zahlreichen Kerne aus dem im Uebrigen noch ungefärbten Entoplasma hervorleuchten. Die Elementargranula treten übrigens bei Actinosphaerium in zwei verschiedenen Formen auf, kleineren und grösseren, die Letzteren äusserst blass und weniger zahlreich.

Digitized by Google

scheint, dass derselbe in gleicher oder ähnlicher Weise bei allen Amöben, vielleicht auch bei anderen, contractile Behälter führenden Rhizopoden verläuft: Wenn ein Flüssigkeitsraum eine gewisse zur Contraction ihn befähigende Grösse und Spannung erreicht hat, rückt er an die Peripherie des Körpers bis dicht unter die Oberfläche, diese oft nach aussen hervorwölbend. Gleich nach der dann bald und zwar von innen nach aussen erfolgenden Contraction und Entleerung der Flüssigkeit des Behälters taucht an derselben Stelle oder in ihrer unmittelbaren Nähe eine grosse Anzahl äusserst kleiner, anfangs, selbst bei starker Vergrösserung, kaum erkennbarer oder punktförmig erscheinender Bläschen auf, die aber, schnell ineinanderspringend, grössere Bläschen bilden. Durch weiteres und nun zögerndes, oft erst bei zufälliger Begegnung und Berührung in dem strömenden Entoplasma eintretendes Zusammenfliessen entstehen einige grössere Blasen, die sich in der Regel schliesslich zu einem grossen, auf's Neue sich contrahirenden Flüssigkeitsbehälter vereinigen.

In welcher Richtung aber erfolgt die Entleerung der Flüssigkeit, nach aussen, wie es nun für die contractilen Behälter der Infusorien angenommen wird, oder nach innen? Die Lösung dieser Frage, von der ja das Urtheil über das eigentliche Wesen und die Bedeutung der merkwürdigen Erscheinung zunächst abhängt, ist mit grossen Schwierigkeiten verknüpft, grösseren als sie sich bei den Infusorien entgegenstellen, da die contractilen Behälter der Amöben nicht, wie bei jenen, örtlich fixirt sind, sondern mit dem strömenden Plasma durch den Körper wandern und so in ihrer Stelle, Lage, Form, sowie in ihren Contractions-Intervallen, mannigfachem Wechsel unterworfen sind.

Nach vielfältigen Beobachtungen und Versuchen bin ich stets wieder zu dem Ergebniss gekommen, dass die Flüssigkeit der contractilen Behälter unserer Erdamöben

Digitized by Google

nicht nach aussen, sondern nach innen entleert wird und dass vornehmlich aus der durch den Behälter entleerten Flüssigkeit sogleich die primitiven kleinen Bläschen wieder erstehen und allmählich zusammenschliessend den neuen contractilen Behälter bilden.

Was ich bisher in Betreff der die Entleerung und Wiederfüllung der contractilen Behälter bei den Erdamöben begleitenden Erscheinungen wiederholt habe beobachten können, ist im Wesentlichen folgendes: Wenn durch das erwähnte Zusammenfliessen ein grösserer, prall gefüllter und aus dem Innern blasenartig hervortretender Flüssigkeitsraum entstanden ist, sieht man, wie ich dieses bereits in meiner ersten Abhandlung geschildert habe, dass dieser nur zögernd den Bewegungen des Entoplasma's folgt, einerseits behindert und zurückgehalten durch die für seinen Umfang engen Strombahnen des Plasma's, andererseits aber als ob er durch irgend eine bewegende Ursache in das Entoplasma und gegen die Peripherie des Körpers hingedrängt oder von ihr engezogen würde. Bald ist er hier fixirt, und wenn dieses in einer Seitenlage erfolgt ist, sieht man deutlich, wie er nur durch einen kleinen Zwischenraum von der äusseren Cuticula getrennt ist. Zuweilen beobachtet man nun ein seltsames Schauspiel: Die vorher kugelige Blase zieht sich zu einer birnenförmigen aus, indem sie sich nach aussen gegen die Cuticula zuspitzt, als ob zwischen ihr und der Oberfläche der Amöbe eine Attraction bestände. Dann nimmt sie wieder ihre kugelige Gestalt an und liegt nun fast unmittelbar der Innenfläche der Cuticula an, hier einige Zeit — bald länger, bald kürzer, je nach der Art oder der Beobachtungsweise unter Deckglas oder frei — in voller Ausdehnung, oft die Oberfläche hervorwölbend, verharrend. Dann erfolgt die Contraction, und zwar stets von innen nach aussen gegen die Cuticula. Am Ende des Collapsus sieht man zuweilen noch einen halbmondförmigen Spalt, der mit seiner Convexität gegen die Cuticula gerichtet ist und der entweder auch noch verschwindet

Digitized by Google

oder in einen, in seltenen Fällen zwei an den beiden Enden des Spaltes auftauchende, anscheinend ganz dicht unter der Oberfläche liegende und scharf umschriebene vacuolenartige Räume übergeht, wie es scheint, ein Rest des nicht vollständig contrahirten Behälters. Doch kann die Entleerung auch eine vollständige sein.

Im ersteren Falle bildet der zurückgebliebene Rest nun gewissermassen die Stammblase für den neu entstehenden Behälter. Zunächst aber rückt dieselbe wieder von der Oberfläche zurück in das Entoplasma und nun sieht man bald in ihrem Umkreise oder in der nächsten Nachbarschaft minimale Bläschen zahlreich auftauchen, die schnell in einander fliessen und, grösser geworden, von der Stammblase aufgenommen werden. Je länger dieses Spiel dauert und je mehr in Folge davon die Blasen wachsen, um so langsamer und zögernder erfolgt der Zusammenfluss, zumal nun auch häufig ein Theil derselben durch die Plasmaströmung von dem Orte ihrer Entstehung entführt wird, um sich gelegentlich bei Begegnungen zu verbinden und so allmählich den zur Contraction sich eignenden Behälter wieder herzustellen.

So sehr man auch bei diesen und ähnlichen Beobachtungen den Eindruck gewinnt, als ob der stets von innen nach aussen gegen die äussere Cuticula des Körpers zusammenfallende Behälter seinen Inhalt nach aussen entleeren müsste, so habe ich mich doch nicht durch die directe Beobachtung davon überzeugen können, da ich, selbst bei der günstigsten Lagerung des Objectes, nie mit Bestimmtheit eine Oeffnung an der Oberfläche resp. in der Cuticula habe erkennen können, ebensowenig bei der früher schon erwähnten Lagerung des sich contrahirenden Behälters nach oben. Man erkennt in diesem Falle zunächst klar und deutlich, die nach oben gerichtete Wölbung des Behälters überblickend, dass, wie ja auch bei der wechselnden Lage desselben fast selbstverständlich ist, eine vorgebildete Oeffnung sicher nicht vorhanden ist, glaubt aber zuweilen, gleich nach der Entleerung eine kleine,

Digitized by Google

scharf umschriebene, runde Stelle, die den Eindruck einer Oeffnung macht, wahrzunehmen. Ich habe aber fast stets bei genauer Prüfung durch irgend welche Merkmale geglaubt deutlich erkennen zu können, dass diese runde Stelle unter der Oberfläche resp. unter der Cuticula liegt und meistens nicht nach der Entleerung verschwindet, sondern bleibt und, wieder in das Entoplasma zurückweichend, als die oben erwähnte kleine Stammblase für die Neubildung des Behälters erscheint, somit keine Entleerungsöffnung in der Haut, sondern eine bei der Contraction des Behälters zurückgebliebene Vacuole darstellt.

Wenn ich hiernach auf Grund der directen Beobachtung eine Entleerung der contractilen Behälter nach aussen bei den Erdamöben nicht anzunehmen vermag, so bestimmen mich auch noch andere diese Organismen und ihre contractilen Behälter betreffende Wahrnehmungen und die hierauf gegründeten Erwägungen, eine Entleerung nach aussen zu bezweifeln.

Die contractilen Behälter haben bei den Erdamöben im Allgemeinen eine aussergewöhnliche Grösse, bei den kleinern Formen oft bis zu ein Dritttheil oder Viertheil des ganzen Körpervolumens erreichend und erlangen nach ihrer Entleerung in verhältnissmässig kurzer Zeit [1]) durch den mehrfach erwähnten Zusammenfluss ihre frühere Ausdehnung.

Wenn nun in der That eine Entleerung nach aussen bestände, so würde auf diesem Wege in kurzer Zeit, vielleicht im Verlauf einer Stunde, so viel Flüssigkeit aus dem Körper entleert werden, als das ganze Volumen desselben beträgt.

---

1) Ich bin vorläufig ausser Stande, auch nur annähernd ein Zeitmaass für die Entleerungs-Intervallen anzugeben, da dasselbe nicht bloss bei den Arten, sondern auch innerhalb einer und derselben Art, ja bei den einzelnen Individuen je nach den äusseren Bedingungen, unter denen die Beobachtung stattfindet, mannigfachem Wechsel unterworfen ist. Zuweilen erfolgt eine neue Entleerung schon nach einigen Minuten, zuweilen kann man eine halbe Stunde und länger darauf harren, namentlich bei Beobachtungen unter dem Deckglase.

Digitized by Google

Betrachten wir nun die Flüssigkeitsquellen im Körper für solche verhältnissmässig enormen Entleerungen, so sind dieselben anscheinend die denkbar geringsten. Das Ectoplasma enthält keine, wenigstens keine sichtbar-vacuolär abgelagerte Flüssigkeit, das Entoplasma enthält häufig eine grössere oder geringere Anzahl von in ihm unregelmässig verbreiteter und mit Flüssigkeit erfüllter Vacuolen, die aber nicht wohl als eine Quelle zur Bildung des neuen contractilen Behälters angesehen werden können, da dieser aus einer offenbar diffus in der Umgebung der Entleerungsstätte auftretenden Flüssigkeit, die dann erst in punktförmigen, ineinanderfliessenden Bläschen sichtbar wird, sich zusammensetzt, und zwar sehr schnell nach der Entleerung. Die Vacuolen müssten somit, wie man anzunehmen wohl genöthigt wäre, in dem Falle ihrer Betheiligung an dem Füllungsprocess, sofort nach der Contraction des Behälters sich als solche auflösen und gegen die Entleerungsstätte hinströmen. Dass dem nicht so sein kann, erweist uns schon die Beobachtung, dass der Entleerungs- und Füllungsprocess keine Aenderung erleidet, wenn gar keine Vacuolen im Entoplasma wahrgenommen werden können und andererseits, dass diese, wenn sie vorhanden sind, bei der Entstehung der punktförmigen Bläschen an der Entleerungsstätte unverändert bleiben.

Das weichflüssige den Innenraum durchströmende und die Kerne, Granula, Vacuolen und sonstige Gegenstände umschliessende Entoplasma ist ohne Zweifel mit Flüssigkeit reichlich durchtränkt, aber diese weiche Consistenz bildet den eigentlichen Charakter des Entoplasma's und erleidet auch, wie die Beobachtung lehrt, keine sichtbare Aenderung. Die hier diffundirte Flüssigkeit könnte somit nur dann ausgeschieden und als Material zum Aufbau des neuen contractilen Behälters verwandt werden, wenn sie ununterbrochen von aussen wieder ersetzt würde. Eine Mundöffnung, die den ciliaten Infusorien zur beständigen Zufuhr von Wasser in das Entoplasma und möglicherweise zur Speisung ihrer contractilen Behälter dient, fehlt unseren Erdamöben, so dass also, abgesehen von dem mit der Nahrung zeitweise auf-

Digitized by Google

genommenen Wasser, solches nur auf dem Wege der Transfusion durch die Haut und das Entoplasma in den Körper gelangen kann. Eine solche verhältnissmässig enorme Wasser-Transfusion durch die Haut und das zähfeste Ectoplasma, wie sie zur Erklärung der fraglichen Erscheinung erforderlich wäre, müsste indessen, wenn schon a priori höchst unwahrscheinlich, erst nachgewiesen werden und wäre überhaupt doch nur möglich, wenn die in Rede stehenden Organismen in feuchten Medien resp. im Wasser lebten und das führt mich auf einen Hauptgrund, der mir gegen eine Entleerung der contractilen Behälter nach aussen zu sprechen scheint, nämlich das Vorkommen und die Lebensweise unserer Amöben in der Erde, unter dünnen Moos-, Flechten- und sonstigen Pflanzenrasen, die an Felsen, Mauern, Bäumen, auf Hausdächern etc., also an Oertlichkeiten wachsen, die der Wasserentziehung resp. Austrocknung durch Sonne und Luft in besonderem Maasse ausgesetzt und diesen auch thatsächlich unterworfen sind. Wochen können vergehen, ohne dass ihnen auf einem anderen Wege als durch die Luft Feuchtigkeit zugeführt wird. Und doch ist ihre Lebensthätigkeit, wenigstens soweit hierüber die Beobachtung Einsicht gewährt, nicht unterbrochen.

Wenn man die Amöben, direct dem trockenen Sande entnommen, untersucht, so sieht man alsbald den prall gefüllten contractilen Behälter und alle die Lebenserscheinungen, die man sonst an ihnen wahrzunehmen pflegt. Würde aber das Fortleben des Protoplasma's, insbesondere des weichflüssigen Entoplasma's möglich sein, ohne dass ihm ein gewisser Grad von Feuchtigkeit erhalten bliebe oder solche von aussen zugeführt würde. Eine Encystirung als Schutzvorrichtung gegen Austrocknung habe ich bei meinen häufigen und vielseitigen Untersuchungen der Erdamöben niemals beobachtet, so dass ich das Vorkommen einer solchen glaube ausschliessen zu dürfen. Ein Schutz gegen Austrocknen des Entoplasma's wird aber, wie ich nicht zweifele, in gewissem Maasse durch die äussere Haut und das zähfeste Ectoplasma geboten. Derselbe würde aber nicht

Digitized by Google

hinreichen, wenn ausserdem die im Entoplasma befindliche Flüssigkeit zeitweise durch den contractilen Behälter und zwar in den den Dimensionen des Behälters entsprechenden ansehnlichen Quantitäten entleert würde. Ich glaube somit, um diese Gedankenreihe vorläufig nicht weiter auszuführen, in Rücksicht auf die Ergebnisse der früher erörterten directen Beobachtungen und die hieran angeschlossenen und ebenfalls auf besondere Lebenserscheinungen der fraglichen Organismen gegründete Erwägungen, vorläufig, dass die contractilen Behälter der Erdamöben nicht nach aussen sondern nach innen sich entleeren, indem sie ihren Inhalt dem Entoplasma, dem sie ihn entnommen, wieder zuführen.

Hiernach kann ich natürlich diese Bildungen auch nicht als Excretions-Apparate ansehen, sondern halte sie in erster Linie für Respirations- und Circulations-Apparate: Der contractile Raum rückt, nachdem sich in ihm die in dem Entoplasma vertheilte Flüssigkeit wieder gesammelt hat, an die Oberfläche des Körpers, woselbst durch Vermittelung der Cuticula die Respiration resp. der Gasaustausch bewirkt wird, entweder direct in der Luft oder im Wasser, je nach den wechselnden Zuständen, denen die Amöbe durch ihre Lebensweise ausgesetzt ist. Die nun von Neuem sauerstoffreiche Flüssigkeit wird alsdann durch Collapsus des Behälters unter der Haut entleert und dem Entoplasma zugeführt, anfangs diffus, dann in Tröpfchen auftretend, die in der bekannten Weise allmählich wieder zu einem contractilen Behälter sich vereinigen.

Neben der Athmung und Ernährung dienen aber, wie aus den obigen Darlegungen schon hervorgeht, die verhältnissmässig ansehnlichen contractilen Behälter der Erdamöben, meiner Meinung nach, auch als Vorrathsbehälter von Flüssigkeit zum Schutze gegen Austrocknung des Protoplasma's, wenn, wie das durch die Lebensweise dieser Organismen häufig bedingt ist, ein Mangel an Zufluss von äusserer Feuchtigkeit eintritt.

Ich habe geglaubt, in dem Obigen meine auf Beobachtung und Erwägung gestützte Ansicht über die Bedeutung der con-

Digitized by Google

tractilen Behälter der Amöben, die von der rücksichtlich der Infusorien jetzt im Allgemeinen herrschenden abweicht, aussprechen zu müssen, möchte aber daran erinnern, dass die Erkenntniss des eigentlichen Wesens der contractilen Behälter der Protozoen, wie die Geschichte der vielfältigen, zum Theil einander widersprechenden Ergebnisse sorgfältigster Forschung lehrt, zu den schwierigsten Problemen gehört, die diese Thierwelt uns bieten und gleichzeitig nochmals betonen, dass die Schwierigkeit bei den Amöben, den Infusorien gegenüber, noch erheblich gewachsen ist. Ich kann deshalb das erlangte Ergebniss meiner Bemühung auch nur als ein vorläufiges Ansehen, in der Hoffnung, dass weitere Untersuchung grössere Sicherheit bringen möge.

Die Arten der Erdamöben.

In meiner ersten Abhandlung vom Jahre 1866 habe ich vier verschiedene einkernige Erdamöben beschrieben, nämlich:

1) Amoeba terricola; 2) A. brevipes; 3) A. granifera und 4) A. gracilis; ausserdem in einer Anmerkung (S. 319) derselben Abhandlung einer grösseren, ebenfalls einkernigen Amöbe Erwähnung gethan, die sich durch einen anderen Nucleus von A. terricola unterschied und endlich im Text (S. 314) eine mehrkernige Form charakterisirt, die ich aber damals in genetischen Zusammenhang mit der einkernigen A. terricola glaubte stellen zu müssen, indem ich die Kerne als Keimkörner, hervorgegangen aus dem grossen Kern der Amoeba terricola, betrachtete. Im Jahre 1888 (»Studien über Protozoen«) habe ich den mehrkernigen Erdamöben genauere Beobachtung gewidmet und unter ihnen zwei Formen unterschieden, nämlich solche mit grösseren Nuclei und einer diesen entsprechenden grösseren Anzahl von Nucleoli und solche, deren kleinere Nuclei bloss einen oder wenige Nucleoli tragen; aber auch rücksichtlich dieser Formen glaubte ich noch an der Annahme einer durch die Fortpflanzung bedingten Ver-

Digitized by Google

bindung, sowohl der beiden mehrkernigen untereinander als dieser mit der einkernigen A. terricola festhalten zu müssen.

Eine nochmalige genaue Revision der früher beobachteten Formen an der Hand eines neuen und ziemlich reichen Materiales hat zur sicheren Unterscheidung von fünf Arten der Erdamöben geführt, drei einkernigen und zwei mehrkernigen. Rücksichtlich der früher aufgeführten Arten glaube ich mich überzeugt zu haben, dass »Amoeba brevipes« nicht zur Gattung Amoeba, sondern Amphizonella gehört, wahrscheinlich eine Jugendform von Amphizonella violacea[1]). Die beiden anderen als Amoeba granifera und A. gracilis beschriebenen Formen muss ich ebenfalls für Jugendstadien derjenigen Amöbe halten, deren ich, wie oben bereits angeführt, in einer Anmerkung in Verbindung mit A. terricola Erwähnung gethan. Ich habe dieselben mit der unten als Amoeba sphaeronucleolosus charakterisirten Art vereinigt. Endlich habe ich geglaubt auf die lange festgehaltene Annahme einer genetischen Verbindung zwischen der einkernigen Amoeba terricola und den mehrkernigen Erdamöben und dieser untereinander vorläufig verzichten zu müssen, einerseits wegen der morphologischen Unterschiede und andererseits weil es mir trotz vielfältiger Versuche nicht gelungen ist, einen solchen Zusammenhang nachweisen zu können.

Einkernige Erdamöben.

1. Amoeba terricola Gr.

Ich habe diese am häufigsten vorkommende und am weitesten verbreitete Erdamöbe in meiner ersten Abhandlung ausführlich beschrieben und, indem ich die wesentlichen Charaktere zusammenfasse, nur wenig Neues hinzuzufügen.

Der Körper hat in den grösseren Exemplaren einen Durchmesser von 0,3—0,35 mm und erscheint durch seine nach aussen

1) Auch der in derselben Abhandlung als Amphizonella digitata beschriebene Rhizopode gehört, wie ich nicht zweifle, in den Formenkreis der Amphizonella violacea.

Digitized by Google

hervorgestreckten, glasartigen und mannigfach, meistens kegel- und kolbenförmig oder konisch gestalteten Fortsätze auf den ersten Blick bei schwacher Vergrösserung ohne Deckglasdruck einem höckerigen Sandkorn ähnlich, zumal die Formveränderungen in diesem Zustande sehr träge, fast unmerklich erfolgen. Bemerkenswerth für die Erkennung bei der ersten Begegnung und Sonderung von anderen Amöben ist eine gelbe oder gelbbraune, in kleineren Ballen und Körnern im Entoplasma vertheilte und durch das glasartige Ectoplasma mehr oder minder scharf hervortretende Färbung. Sie ist, wie es scheint, durch Nahrungsprodukte bedingt und an diese gebunden und bildet insofern einen wesentlich differenzirenden Charakter dieser Art, als sie fast niemals ganz fehlt, während sie den übrigen Amöben, abgesehen von durch andere Einschlüsse erzeugten ähnlichen Färbungen, nicht zukommt. Der Nucleus ist verhältnissmässig gross, stets mehr oder minder länglich-oval und von einer ziemlich breiten hyalinen Kapsel umschlossen. Die Innenwand ist von einer unregelmässigen, hier oder dort nach innen ausgebuchteten, zuweilen auch unterbrochenen Chromatin-Schicht ausgekleidet, die in kleinen resp. jugendlichen Formen homogen erscheint, dann eine wolkige und schliesslich eine Zerklüftung in Körnern (Nucleoli) erkennen lässt. Die Nucleoli treten aber niemals so deutlich und gegeneinander abgegrenzt hervor als bei der folgenden Art. Der Innenraum ist mit Kernsaft erfüllt und enthält, namentlich bei den grösseren Formen, häufig einzelne von der Wandungsschicht abgelöste, ebenfalls in Nucleoli zerklüftete Chromatinbrocken. Bei sehr grossen Amöben fand ich an den, entsprechend ebenfalls grossen Kernen ein paar Mal eine an einem Ende der Letzteren angefügte Nebenkapsel, ganz erfüllt mit grossen Chromatinkörnern, die denjenigen des Nucleus selbst ähnlich waren (Sporenbehälter ?).

2. Amoeba similis nov. spec.

Ich kenne diese Amöbe schon lange, habe sie aber früher stets mit A. terricola für identisch gehalten, mit der sie in der

Digitized by Google

That sehr viel Aehnlichkeit hat, namentlich rücksichtlich des vornehmsten systematischen Charakters, des Nucleus. Nichtsdestoweniger bin ich zu der festen Ueberzeugung gelangt, dass sie eine gute und insbesondere von A. terricola deutlich sich abhebende Art darstellt. Sie erreicht nicht die Grösse von A. terricola, sondern bleibt, namentlich in den mittelgrossen Formen, etwa ein Drittheil oder noch mehr hinter derselben zurück. Niemals zeigt sie die für jene, wie eben hervorgehoben, sehr charakteristische gelbe und braune Färbung im Entoplasma, sondern ist in der Regel farblos resp. weisslich, abgesehen von durch frisch aufgenommene Nahrung und sonstige Einschüsse bedingte Färbung, die aber leicht von der der A. terricola zukommenden zu unterscheiden ist. Der hauptsächlich differenzirende Charakter, wodurch man sie bei einiger Erfahrung sofort erkennen und von der andern sondern kann, liegt in dem verschiedenen Nucleus Beider. Derselbe ist bei A. similis ebenfalls oval, aber kürzer und breiter als bei A. terricola, mit mehr abgerundeten Enden, von einer gleichfalls hyalinen breiten Kapsel umgeben. Die Chromatin-Schicht der Innenwand ist breiter, unregelmässig nach innen vorspringend und von vorne herein deutlich in Nucleolus-artigen Körpern differenzirt, die um so schärfer und mehr gegeneinander abgegrenzt hervortreten, je grösser die Individuen sind.

A. similis kommt unter denselben Verhältnissen wie A. terricola und mit dieser gemeinschaftlich vor, aber im Allgemeinen seltener.

3. Amoeba sphaeronucleosus.

Mit dieser Art vereinige ich, wie ich bereits oben erwähnt, die in meiner ersten Abhandlung (S. 319 Anm. 1) kurz charakterisirte, aber nicht benannte Amöbe und dann die ebenda unter dem Namen Amoeba granifera und A. gracilis beschriebenen Formen, die ich für Jugendzustände der vorliegenden Art glaube halten zu müssen. A. sphaeronucleosus ist im Allgemeinen be-

Digitized by Google

deutend kleiner als A. terricola und A. similis, kaum die Hälfte der Grösse der letzteren erreichend. Sie ist in der Regel völlig farblos und charakterisirt durch ihren, von dem der beiden anderen wesentlich verschiedenen Nucleus. Derselbe ist meist kugelig, in seltenen Fällen und dann bei den grösseren Formen etwas oval. Die Kernkapsel erreicht niemals die Breite, wie bei den vorhergehenden, sondern stellt eine mehr oder minder starke Membran dar. Der Innenraum enthält im einfachsten Falle einen einzelnen grossen, sphärischen Nucleolus, stark chromatisch und einige kleine Vacuolen tragend. In weiterer Entwickelung treten neben dem einen Nucleolus eine grössere Anzahl kleinerer Kugeln auf, offenbar Theilsprösslinge des grossen, die auch unter sich wieder durch Theilung sich vermehren, so dass schliesslich der Nucleus mit vielen grösseren und kleineren, oft minimalen Kugeln erfüllt ist. Vorkommen wie bei den vorhergehenden, aber im Allgemeinen seltener.

Mehrkernige Erdamöben.

4. Amoeba fibrillosa nov. spec.

Ich wähle für diese Amöbe den vorstehenden Namen, weil ich bei ihr zuerst die Faserstructur des Ectoplasma's mit voller Deutlichkeit sah und diese auch bei keiner anderen Amöbe so leicht und klar zur Anschauung gelangt, als bei ihr. Sie wetteifert in der Grösse mit A. terricola, unterscheidet sich aber von dieser durch den Mangel der jener zukommenden Färbung. Sie ist meistens völlig farblos oder zeigt zuweilen im Innern einen leichten Hauch einer diffusen gelblichen Färbung. Auch ihre Bewegungen und die Art und Weise der Ausbreitung des Körpers und damit zusammenhängend die äussere Gestalt, sind im Allgemeinen anders als bei A. terricola, aber leichter dem erfahrenen Blick kenntlich, als definirbar: Während Amoeba terricola durch die nach aussen starrenden unregelmässig-kegelförmigen Fortsätze eine, wie früher schon

Digitized by Google

erwähnt, höckerige Körperform zeigt und, sich bewegend, in breitem Plasmastrom vorwärts strebt, ist A. fibrillosa mehr flächenhaft in lappenförmigen Fortsätzen ausgedehnt.

Die Kerne sind sehr zahlreich, in den kleineren Formen 20—50, in den grössern bis 100 und darüber. Sie sind in der Regel rund, zuweilen leicht oval und enthalten meist einen grösseren Nucleolus, der fast stets ein kleines kornartiges Centrum (Vacuole ?) erkennen lässt. Entweder ist er der einzige, oder es finden sich ausser ihm noch ein oder zwei gleich grosse oder einige kleinere, offenbar Theilproducte des primitiven grösseren Nucleolus, da man häufig sich vollziehende oder mehr oder minder vollzogene Theilungen vorfindet. Amoeba fibrillosa gehört zu den seltenen Erscheinungen, nach der man oft lange vergeblich suchen kann, bis sie plötzlich an irgend einer Lokalität häufiger auftritt, ohne dass ich meinerseits bisher im Stande wäre, eine Eigenheit ihres Vorkommens und ihrer Lebensweise den übrigen Erdamöben gegenüber hervorheben zu können.

5. Amoeba alba nov. spec.

Diese Amöbe ist der vorhergehenden in Bezug auf Grösse, Aussehen, Bewegung etc. zum Verwechseln ähnlich, unterscheidet sich aber von dieser durch die anderen Kerne. Dieselben sind ebenfalls sehr zahlreich, aber grösser, meist oval und tragen stets eine grössere Anzahl, bis 10, ja 20 kleinere Nucleoli, die, wie die Untersuchung lehrt, durch Theilung entstanden sind, da man auch hier die mannigfachsten Theilungsstadien findet. Im Innern eines jeden stark chromatischen Nucleolus findet sich ebenfalls ein kleines kornartiges Centrum (Vacuole ?). Auch in ihrem Vorkommen stimmt A. alba im Allgemeinen mit der vorhergehenden Art überein.

Digitized by Google

In derselben Sitzung (28. Februar 1891) sprach Herr Dr. Zumstein

Ueber Corrosionspräparate.

Seit den in No. 3 der Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Förderung der gesammten Naturwissenschaften vom April 1889 gemachten Mittheilungen, habe ich die Lungen-Injectionen fortgesetzt und nicht nur eine breitere Basis durch zahlreiche Injectionen bei gleichen Thierspecies zu gewinnen versucht, sondern auch andere Thiere in den Bereich der Untersuchung gezogen. Zugleich dehnte ich nach Möglichkeit die Injectionen auf Föten verschiedenen Alters aus.

Für gewöhnlich wurden mit den Bronchen zugleich die Arteriae und Venae pulmonales injicirt.

Das vermehrte Untersuchungsmaterial gewährt denn auch einen tiefern Einblick in die Beziehungen der Gefässe zum Bronchialbaume. Die frühere Angabe, dass das Gefässsystem in seinen Beziehungen zu den Bronchen Schwankungen unterworfen sei, wurde durch eine Reihe neuer Befunde gestützt.

Zum Beleg sei Folgendes erwähnt:

Zum Lobus cardiacus geht beim Hunde die Arterie gewöhnlich unter dem ersten sogenannten hyparteriellen rechten Bronchus hindurch, doch giebt es auch Ausnahmen hiervon.

Es kann die Arterie, ähnlich wie bei Schaf, Rind und Pferd, vor diesem hyparteriellen Bronchus verlaufen, und zwar habe ich diesen letztern Verlauf bei einem jungen Hunde gefunden, während dessen Mutter den gewöhnlichen Gefässverlauf zeigte. Ferner fand ich dieses seltenere Gefässverhalten auch noch bei einem erwachsenen Schäferhunde.

Beim Schaf wie auch beim Rinde geht die Arterie des trachealen Bronchus gewöhnlich als einfacher Stamm aus der rechten Pulmonal-Arterie hervor, sie kann aber auch doppelt sein.

Eigenthümlich ist der Arterienverlauf beim Kaninchen. Während die Art. pulmonalis sonst sich innig an den Stammbronchus anlehnt, verlässt sie hier denselben nach hinten hin

Digitized by Google

und kommt lateral auf Seitenbronchen zu liegen. In einem nach hinten convexen Bogen wendet sie sich medianwärts und kreuzt sich dabei mit dem Stammbronchus. Der Endast der Arteria pulmonalis geht dann nach vorn zu rückläufig an mediale Seitenbronchen.

Vergleicht man die feinere Verästelung des Bronchialbaumes, wie auch die Lagebeziehungen der kleineren Gefässe der Lunge zweier Thiere, die derselben Species angehören, miteinander, so ist nirgends völlige Uebereinstimmung vorhanden; individuelle Schwankungen sind stets zu constatiren.

Wie früher angegeben, laufen die gröbern Venenstämme wesentlich an der medialen Seite des Stammbronchus und der gröbern Bronchen, die feinern Venenäste dagegen liegen jeweilen zwischen zwei Bronchen, während die Arterien dem Bronchus folgen.

Ein Lungencorrosionspräparat von Arteria und Venae pulmonales hat in seinem feinern Gefässverhalten auffallende Aehnlichkeit mit einem Lebercorrosionspräparat von Vena portarum und Venae hepaticae. Die Venen verlaufen in ähnlicher Weise in gleichbleibenden Abständen von den Aesten der Arteria pulmonalis, wie die venae hepaticae zwischen den Aesten der vena portarum.

Die Injectionen von embryonalen Lungen sind von besonderem Interesse. So zeigen Präparate von 20—30 cm langen Rindsembryonen einen äusserst zierlichen Bronchialbaum. Auch die Arteria pulmonalis lässt sich nach Unterbindung des Ductus Botalli sehr weitgehend, bis in ganz feine Aeste hinein injiciren, so dass Luft- und Blutwege in weit vorgeschrittenem Zustande der Ausbildung sich darstellen.

Betreffs des Winkels, unter welchem sich der linke und rechte Bronchus aus der Trachea abzweigen, bestätigen meine Präparate die Angaben von Aeby. An Bronchialausgüssen liegen mehrere Hundert vor; mit wenigen Ausnahmen setzt der rechte Bronchus mehr die Richtung der Trachea fort, das heisst, der Winkel des Bronchus zur Achse der Trachea ist rechts immer

Digitized by Google

kleiner als links, individuelle Schwankungen geringen Grades sind aber auch hierin möglich.

Für den Menschen gilt dasselbe.

Der rechte Bronchus ist weiter und gewöhnlich mehr vertikal gestellt als der engere linke Bronchus. Der Winkel, den die beiden Bronchen zu einander bilden, nähert sich beim Erwachsenen einem stumpfen, während beim Neugebornen die beiden Bronchen sich unter einem gewöhnlich mehr spitzen Winkel miteinander vereinigen. Das menschliche Material ist zwar noch etwas spärlich, immerhin stehen über zwanzig Bronchialbäume zur Verfügung.

Die Injectionen des Bronchialbaumes wurden zum Theil ausgeführt bei geschlossenem Thorax, zum Theil aber auch bei geöffneter Brusthöhle ohne Präparation des Mediastinalraumes, so dass man, wie auch die Ausgüsse lehren, annehmen darf, dass die Stellung der beiden Bronchen zu einander und zur Trachea nicht wesentlich verändert ist. Durch den möglichst geringen Injectionsdruck kann auch kaum eine Aenderung der Stellung hervorgebracht worden sein.

Es muss aber auch in Bezug der Stellung der beiden Bronchen zu einander und zur Trachea auf die individuellen Schwankungen aufmerksam gemacht werden. Es können unter Umständen die Bronchen unter ziemlich dem gleichen Winkel aus der Trachea hervorgehen.

Ein Sägeschnitt durch den gefrornen Thorax eines etwa 40jährigen Mannes zeigt in Bezug auf die Theilung der Trachea ein gleiches Verhalten wie die Corrosionspräparate. Der rechte Bronchus setzt beinahe die Richtung der Trachea fort, ist also mehr vertical gestellt, der linke Bronchus verläuft mehr horizontal.

Die Trachea des Dachses hat 2 cm über ihrer Bifurcation regelmässig eine leichte Verengerung. Sie theilt sich, wie schon früher mitgetheilt, unter einem Winkel von 180° in ihre beiden Bronchen. An der Bifurcationsstelle zeigen sämmtliche Ausgüsse eine Vorbuchtung, welche zwischen den beiden Bronchen

Digitized by Google

hervorragt. Sie wird von der distalen Seite her überdeckt von einem zungenförmigen Knorpelstücke.

Das Material an Vogellungen ist ebenfalls beträchtlich vermehrt und sind neben dem Bronchialbaume auch die Arteria pulmonalis und die Venae pulmonales injicirt worden. Die Angaben von Aeby begründen sich auf ein weniger zahlreiches und weniger weit injicirtes Material, als mir jetzt zur Verfügung steht. Eine Darstellung des sehr eigenartigen Verhaltens der Bronchen und Gefässe der Lunge muss ich mir für später vorbehalten.

Nach den bei den Lungen erzielten Erfolgen versuchte ich auch andere Organe zu injiciren, namentlich Leber, Niere und auch Milz.

Leber.

Bei der Leber beschränkte ich mich vor allem auf das Verhalten der Vena portarum und Venae hepaticae.

Untersucht man die Injectionen, so lässt sich sehr schön an nicht zu weit gehenden Injectionspräparaten der im Grossen und Ganzen getrennte Verlauf der beiden Gefässe demonstriren. In der feinern Verästelung von Vena portarum und Venae hepaticae tritt, wie erwähnt, eine grosse Aehnlichkeit mit den Beziehungen von Arteria zu Venae pulmonales hervor.

Die Lebergefässe, sowohl die Vena portarum wie die Venae hepaticae, haben neben der gewöhnlichen Verästelung, der Abgabe grösserer Zweige und dem Zerfall in gleichwerthige Gefässe noch Abgabe kleinster Zweige aus grossen Gefässen, die an den Corrosionspräparaten stachelartig aus dem ganzen Umfange grösserer Stämme hervorgehen.

Ferner ist eine Eigenthümlichkeit, dass an der Verzweigungsstelle eines grössern Gefässes gewöhnlich mehrere nahezu gleich starke Aeste abgehen.

Eine äusserlich ganz normal aussehende Leber eines kleinen Hundes hat im Verlaufe der Venae hepaticae grosse, mehrfach hintereinander gelegene Anastomosen, durch welche eine Gefässverbindung zweier getrennter Lappen hergestellt wird.

Digitized by Google

Niere.

Von der Niere besitzen wir Corrosionspräparate des Nierenbeckens, der Venen und der Arterien, sowohl alle diese einzeln, als auch zugleich injicirt.

Die Nierenbecken vom Menschen sind, wie bekannt, mannigfaltigen individuellen Schwankungen ihrer Form unterworfen; selbst zwischen links und rechts desselben Individuums können bedeutende Abweichungen in der Form vorkommen.

Gar nicht selten ist am Uebergange vom Nierenbecken zum Urether eine bedeutende Verengerung zu erkennen; bei einem Präparat zeigt das Nierenbecken dabei eine starke Erweiterung, die möglicherweise auf diese Einschnürung zurückzuführen ist. Bei andern Nierenbecken ist dagegen der Uebergang in den Urether ein allmählicher. Die Ausgüsse beim Neugeborenen brechen in Folge der Verdünnung an der Uebergangsstelle, trotz angewandter Vorsicht, gewöhnlich ab. Die angestellten Untersuchungen des Nierenbeckens bei Neugeborenen ergaben folgende Resultate:

Beim Aufschneiden des Nierenbeckens bis in den Ureter ist häufig eine starke Verengerung am Uebergange des Nierenbeckens in den Ureter vorhanden, doch nicht in allen Fällen. An dieser verengerten Stelle befinden sich häufig quergestellte Schleimhautfalten, die makroskopisch leicht wahrzunehmen sind. Ich habe auch mikroskopisch die Uebergangsstelle untersucht an Längsschnitten durch Nierenbecken und Ureter. An den betreffenden Präparaten ist die Querfalte sehr deutlich ausgeprägt, aus dem mehrschichtigen Epithel, dem darunter gelegenen Bindegewebe und aus ringförmig verlaufenden Muskelfasern bestehend, während die aussen gelegenen, längsverlaufenden Muskelfasern sich an der Faltenbildung nicht betheiligen.

Für die Gefässinjectionen der Niere sind gewisse Vorsichtsmassregeln zu gebrauchen. Die Veneninjectionen gelingen am Besten bei frischen, blutleeren Nieren, während die frischen Arterien sich wenig füllen. Nur die gröbern Arterien-Aeste sind jeweilen injicirt und die Injectionsmasse bricht, wie ab-

Digitized by Google

geschnitten, plötzlich ab. Für die Arterien-Injectionen habe ich desshalb die Nieren einige Zeit liegen lassen und dann vor der Injection etwas erwärmt.

Aus den Venen-Injectionspräparaten lässt sich schliessen, dass wohl die Hälfte des Venenblutes der Nierenrinde sich an der Peripherie in den Venae stellatae sammelt und erst aus diesen in die Grenzschicht zurückkehrt. Die Nierenvenen besitzen weite Anastomosen.

Bei vorsichtiger Vorbereitung kann die Corrosionsmasse leicht bis in die Glomeruli getrieben werden und geben solche Injectionen lehrreiche Demonstrationsobjecte. Nach den vorliegenden Präparaten scheinen nahe der Grenzschicht die Glomeruli auch gröbern Arterien-Aesten unmittelbar aufzusitzen.

Schliesslich erwähne ich noch einiger Corrosionspräparate von Arterien und Venen der Milz. Auch hier füllen sich die Venen leicht und weithin, die Arterien schwieriger. Ueber die Deutung der Ausgüsse bin ich noch nicht ganz in's Klare gekommen.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, dass auch mit Celloidin Corrosionen versucht worden sind, über die später Mittheilung gemacht werden soll.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 2. December 1891.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 9. December 1891 sprach Herr G.-R.-R. Prof. Dr. F. Melde:

Ueber die Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in membranösen Körpern.

Unter membranösen Körpern verstehe ich solche, welche sich zur Herstellung von Membranen eignen und überall dazu verwendet werden können, wozu man Membranen überhaupt verwendet. Solcher Körper giebt es sehr viele und nenne ich hier zunächst alle Arten von Papieren. Diese können in gewöhnlicher Art vorhanden sein, können aber auch von Stoffen durchtränkt sein z. B. von Oel, Petroleum und Wachs. Sie können ferner Ueberzüge haben von Farbstoffen, Wachs, u. s. w. Ferner gehören zu den membranösen Körpern die Leinen-, Baumwoll- und Seidenstoffe. Auch diese können frei oder imprägnirt oder mit Stoffen überzogen sein wie z. B. bei der Pausleinwand, beim Kautschuck- und Wachstuch. Ferner gehören hierher die eigentlichen Kautschuckmembranen. Ferner kann man auch dünne Holz- oder Metalllamellen als Membranen verwenden und endlich zählen unter den Membranstoffen auch thierische Membranen

Digitized by Google

und Felle mit. Man sieht, dass hier eine fast unbegrenzte Auswahl von Körpern zur Verfügung sein kann.

Von solchen Stoffen ist nun bis jetzt die Schallgeschwindigkeit noch nicht bekannt geworden und habe ich eine ausgedehnte Untersuchung zur Bestimmung derselben angestellt, aus welcher ich vorläufig einige Resultate mittheile.

Man versteht unter der Schallgeschwindigkeit bekanntermassen die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Longitudinalwellen durch ein Medium hindurch fortpflanzen und kommen hierbei vielfach auch Longitudinaltöne zur Beachtung falls es gelingt ein Medium äusserlich so herzurichten, zu begrenzen, zu spannen und anzustreichen, dass es möglich wird, regelmässige Longitudinaltöne zu erregen. Von diesen Longitudinaltönen wissen wir aber, dass sie meistens sehr hoch sind und dass hiermit schon bestimmte Schwierigkeiten verbunden sind falls es nöthig wird die Tonhöhe zu bestimmen und zwar namentlich dann, wenn es sich um die absolute Tonhöhe von Longitudinaltönen handelt. Vergleicht man nämlich einen solchen Longitudinalton neben einem tieferen Transversalton, dessen absolute Zahl der Schwingungen man kennt, so kann von einem musikalischen Ohre ohne Schwierigkeit festgestellt werden, wenn der Transversalton, der z. B. von einer Saite herrührt, welche verlängert und verkürzt werden kann, eine Unteroctave vom Longitudinalton ist. Aber dann ist das Ohr doch meistens ausser Stand, mit Sicherheit die Ordnungszahl der Octave festzustellen, welche der Longitudinalton, gegen den Transversalton gehalten, bildet. Wie man zu verfahren hat, um aus einer solchen Ungewissheit heraus zu kommen, werde ich demnächst in ausführlicher Weise auseinandersetzen. Für jetzt möge angenommen werden, dass diese Möglichkeit: die entsprechende Octave genau festzustellen, besteht.

Wenn man nun von membranösen Körpern sich Streifen verschafft — die meinigen sind 15 mm breit und zwischen 900 bis 1200 mm lang — so lässt sich je ein Streifen an einem passenden

Digitized by Google

Gestell oben einklemmen. Geht dieser Streifen dann durch eine zweite untere Klemme durch, so kann man, wenn man ihn unterhalb der unteren Klemme entsprechend anzieht, dann die untere Klemme schliessen und erhält so zwischen den beiden Klemmen ein Lamellenstück abgegrenzt, welches sich allermeistens leicht in Longitudinalschwingung versetzen lässt, sobald man die Lamelle mit zwei Fingern reibt, die vorher mit Colophonium überzogen wurden. Die Streifen geben hierbei, falls das Anstreichen ziemlich in Mitte der ersteren geschieht, deutliche und regelmässige Töne nämlich die Longitudinal-Grundtöne der Lamellen. Kennt man nun von solchen Tönen die Tonhöhe N, so wird, da bei der gesammten Anordnung die Länge l des abgegrenzten Streifens gleich der halben Wellenlänge des betreffenden Longitudinaltons ist, die Schallgeschwindigkeit

$$v = 2 . l . N.$$

Ich gebe nun hiernach für eine Reihe von Membranstoffen die von mir bestimmte Schallgeschwindigkeiten, doch bemerke ich vorher noch eins. Gerade wie beim Weber'schen Monochord eine Saite in freier vertikaler Lage zwischen zwei Klemmen fest und ohne Zerrung abgegrenzt werden kann und so genau mit dem Gewicht gespannt ist, welches unten angehängt wird, so ist es auch bei meinen Lamellen der Fall. Sie werden nämlich auch in völlig freier Lage durch ein Gewicht gespannt und erhalten dann erst durch Schliessen der unteren Klemme ihre Abgrenzung. Für die Anhängung des Spanngewichts dient eine dritte Klemme mit Parallelbacken, die nach unten hin in zwei Oesen enden, an welchen eine Bindfadenschlinge befestigt wird, die ihrerseits dann das Spanngewicht anzuhängen gestattet.

Die folgenden Schallgeschwindigkeiten sind Mittelwerthe aus je drei Bestimmungen für die Lamellenlängen gleich 60, 80 und 100 cm. Die betreffenden Wellenlängen sind demnach 1,2, 1,6 und 2,0 m. Die Tonhöhen Bestimmungen geschahen mit Hilfe eines Zungen-Sonometers, welches mir der hiesige Instrumentenmacher Brambach hergestellt hatte, und zwar mit 65 Zeugen für die eingestrichene Octave von c′ = 256 bis c″ = 512

Digitized by Google

Doppelschwingungen, demgemäss jeder folgende Ton um 4 Schwingungen höher war wie der folgende.

Körper.	Spannung in Grammen.	Schallgeschwindigkeit in Metern.
1) Weissgraues Kautschucktuch	1000	423
2) Schwarzes Wachstuch	1000	558
3) Dreifarbiges seidenes Ripsband	500	758
4) Baumwollenschnur	1000	1260
5) Baumwollenschnur	1500	1425
6) Dicker weisser Löschkarton	500	1627
7) Leinenschnur	2000	1928
8) Atlasband	1000	2015
9) Weisses Ellenpapier	800	2137
10) Dickes rothes Pergamentpapier	900	2340
11) Sogen. Silberpapier	500	2575
12) Pausleinwand	900	3071

Man erkennt wie in diesen membranösen Stoffen die Schallgeschwindigkeit so ausserordendlich verschieden sein kann, dass diese einerseits nahe an die Schallgeschwindigkeit in der Luft heranreicht und anderseits weit über die in Metallen (Blei, Gold, Silber, Platin) hinausgeht und sogar fast die von Messing erreicht.

Digitized by Google

In derselben Sitzung (9. Dezember 1891) gab Herr Professor Dr. W. Uhthoff:

Ein Beitrag zur vorübergehenden Amaurose nach Blepharospasmus bei kleinen Kindern.

M. H. Es sei mir gestattet, Ihnen zunächst einen Fall zwar aus der ärztlichen Praxis vorzustellen, dessen Bedeutung jedoch, wie ich glaube, über die speciell medicinischen Gesichtspunkte hinausgeht, und der deshalb auch hier in dieser Gesellschaft für eine nicht ausschliesslich ärztliche Zuhörerschaft Interesse haben dürfte.

Es handelt sich hier um ein Kind im Alter von 2 Jahren 5 Monaten, welches vor 2 Monaten wegen einer skrophulösen Augenerkrankung (Phlyktänulärer Randkeratitis) mit erheblicher Lidschwellung und Blepharospasmus in poliklinische Behandlung kam. Nach dem Bericht der Mutter hatte das Kind auch schon vor Eintritt in die Behandlung einige Wochen die Augen nicht geöffnet, sondern stets krampfhaft geschlossen gehalten. Es bestand ein ausgesprochen skrophulöser Habitus des Kindes (Gesichtsekzem, Drüsenschwellungen, Kopfausschlag u. s. w.) nach gewaltsamer Oeffnung der Augenlider vermittelst Lidhaken konstatirte man eine oberflächliche vaskularisirte Randkeratitis zum Theil mit ausgesprochener Plyktänenbildung. Die Behandlung wird in der üblichen Weise mit Atropin, Calomel, gelber Präcipitätsalbe, äusserlichen Pinselungen mit Argent. nitr.-Lösung u. s. w. gehandhabt, jedoch ohne dass es gelingen wollte, den Blepharospasmus zu heben. Die Eltern waren offenbar nicht im Stande zu Hause den ärztlichen Verordnungen nachzukommen, konnten sich aber auf der andern Seite nicht entschliessen trotz dringenden Anrathens das Kind aufnehmen zu lassen, und so verzögerte sich die Heilung. Wochenlang bestand noch der Blepharospasmus fort, bis das Kind dann endlich am 21./XI. 91, in die Klinik aufgenommen wurde. Nach relativ kurzer Zeit trat jetzt Besserung ein und am 1./XII. 91 wird zuerst bemerkt

Digitized by Google

dass das Kind bei stark herabgesetzter Beleuchtung die Augen zeitweise etwas öffnet, jedoch noch nicht bei irgend wie hellerer Beleuchtung. Am 2. und 3. December bessert sich das Befinden noch mehr und kann Pat. zuletzt auch schon bei hellerer Beleuchtung die Augen etwas geöffnet halten. Am 4./XII. 91 nun wird zuerst konstatirt, dass das Kind blind ist. Es sieht nicht, wenn man ihm bei geöffneten Augen etwas zu essen hinhält, greift seine Spielsachen nicht, rennt gegen Hindernisse u. s. w. Dabei sind die Hornhäute jetzt im Wesentlichen klar bis auf unbedeutende Randtrübungen, es finden sich keine pathologisch ophthalmoskopischen Veränderungen, die Lichtreaktion fehlt noch beiderseits bei Mittelweite der Pupillen, jedoch ist bis vor 1 Tag noch Atropin eingeträufelt. Am 6./XII. 91 (also 5 Tage, nachdem das Kind begonnen hat, die Augen etwas zu öffnen) findet sich noch dasselbe, auch ist in der Krankengeschichte notirt, dass das Kind heute die Augen geöffnet hält, selbst wenn man die Lichtquelle etwas stärker annähert, jedoch ist das Ophthalmoskopiren ohne Anwendung von Gewalt nicht möglich, da Pat. bei intensiver Beleuchtung die Augen stets nach oben rollt und sie vor greller Beleuchtung unter den oberen Lidern verbirgt. Dagegen ist von einem willkürlichen Fixiren einer Lichtquelle (z. B. einer Lampe im dunklen Zimmer) auch heute noch ebenso wenig die Rede, wie vom Fixiren vorgehaltener Objekte, auch kann das Kind sich noch absolut nicht orientiren, läuft gegen Hindernisse an, kurz der Aussenwelt gegenüber ist es noch blind im gewöhnlichen Sinne des Wortes. — Am 7./XII. 91 sonst keine wesentliche Aenderung, nur reagirt das Kind auf jede grellere Beleuchtung sehr ausgesprochen zum Zukneifen der Augen und rotiren derselben nach oben, ebenso wendet es den Kopf ab, aber auch heute fixirt es noch gar nicht, weder ein vorgehaltenes Objekt noch eine entfernt stehende Lichtquelle im Dunkel-Zimmer. So verhielt sich das Kind auch noch gestern am 8. December. — Heute Morgen am 9./XII. 91 bei der Prüfung konnte ich zum 1. Mal konstatiren, dass die kleine Pat. zuweilen ein auffallendes helles Objekt (z. B. ein Stück weisses Papier) mit den Augen

Digitized by Google

verfolgt, wenn dasselbe gerade in die Blicklinie gebracht und dann ganz langsam zur Seite geführt wird; wenn auch noch nicht regelmässig, so kann man doch wiederholt feststellen, dass das Kind das Objekt mit seinen Augen verfolgt, indem es bei still gehaltenem Kopfe die Augen mit dem Objekt seitwärts wandern lässt. Von Nystagmus oder nystagmusartigen Zuckungen ist hierbei Nichts bemerkbar. Dagegen ist das Kind im Uebrigen auch heute noch ebenso hilflos wie sonst, es läuft gegen Hindernisse, aufgefordert, das vorgehaltene Objekt, welches es zuweilen deutlich mit den Augen verfolgt, zu greifen, ist es dies absolut nicht im Stande, es greift daneben, ja eventuell in eine ganz andere Richtung genau so, wie ein Kind das gar Nichts sieht. Die Pupillenreaktion ist heute schon deutlich zu konstatiren. In diesem eben geschilderten Zustande, m. H., sehen Sie auch noch heute Abend das Kind vor sich und Sie können sich nicht unschwer davon überzeugen.

Es sei mir nun gestattet, bevor ich auf die weitere Besprechung des Falles eingehe, an dieser Stelle nachträglich einen kurzen Bericht über den weiteren Verlauf einzuschalten.

Am Tage nach der Vorstellung, also am 10./XII. 91, ergibt die genaue Untersuchung folgendes: Das Kind verfolgt heute vorgehaltene Objekte ganz sicher mit den Augen auch nach den verschiedenen Richtungen hin, wenn das Objekt zuerst in die Blicklinie gebracht und nun langsam zur Seite, resp. nach oben und unten geführt wird. Dahingegen werden derartige das Objekt verfolgende Augenbewegungen nicht ausgelöst, wenn der Gegenstand nur excentrisch vor das Auge gebracht wird auch wenn man ihn lebhaft hin und her bewegt; excentrische Netzhauteindrücke leiten eben derartige gleichsam reflektorische Augenbewegungen nicht ein. Und trotz alledem, obwohl Pat. das vorgehaltene Objekt bei centraler Fixation mit den Augen sicher verfolgt, ist sie nicht im Stande, dasselbe auf Aufforderung hin mit den Händen zu greifen. Sie macht wohl Versuche, greift aber tappend, fühlend, weit daneben ja oft in einer ganz andern Richtung gerade so wie früher, wie ein nicht sehendes Kind.

Digitized by Google

Am 11./XII. 91 ist in dem Sehen des Kindes ein entschiedener Fortschritt zu konstatiren. Es verfolgt central gehaltene und dann langsam nach den verschiedenen Richtungen geführte Objekte ganz sicher mit den Augen, dahingegen lösen excentrische Netzhautbilder von vorgehaltenen Objekten auch heute noch keine zweckmässigen Augenbewegungen zum Fixiren des Objektes aus. Ja, wenn ich ein Objekt zunächst in den Fixirpunkt bringe (z. B. ein Stück Zucker) und es dann durch eine schnelle, plötzliche Bewegung in excentrische Theile des Gesichtsfeldes versetze, so scheint das Kind das Objekt, selbst wenn es bewegt wird, gar nicht mehr zu bemerken. Das Kind verhält sich eigentlich, wie ein Pat. mit stark koncentrisch eingeengten Gesichtsfeldern. Fordert man das Kind auf, ein central fixirtes und mit den Augen deutlich verfolgtes Objekt zu greifen, so geht das auch heute noch ganz schlecht, es benimmt sich hierbei das Kind auch jetzt fast wie ein blindes, nur zuweilen scheint es jetzt, als ob es beginnt, etwas sicherer seine Hand in die Richtung des Objektes zu führen und gelegentlich auch dasselbe nicht nur mit den Augen, sondern auch schon mit den Händen richtig zu verfolgen, letzteres aber noch äusserst mangelhaft. Dagegen vermeidet das Kind heute schon ziemlich sicher grosse Hindernisse (z. B. einen vorgestellten Stuhl), indem es dieselben umgeht, niedrig gelegene Hindernisse jedoch, welche relativ wenig über den Fussboden hervorragen (z. B. eine Fussbank, eine Treppenstufe u. s. w.) bringen das Kind zu Fall, es bemerkt sie nicht. Vorgehaltene Gegenstände, welche Pat. sonst gut bekannt sind, werden auch heute durchweg noch nicht richtig benannt, nur 1 mal wird ein Stück Zucker als solches richtig bezeichnet, während andere wie Katze, Puppe u. s. w. noch nicht benannt werden. — Verbindet man ein Auge, so ist das Kind in seiner Orientirung erheblich unsicherer als beim Sehen mit beiden Augen zusammen, central verfolgt es ein Objekt auch mit jedem Auge allein, während es excentrisch gehaltene Objekte nicht zu bemerken scheint. Es liessen sich wesentliche Unterschiede bei diesen Prüfungen zwischen beiden Augen nicht nachweisen. — Die

Digitized by Google

Pupillenreaktion ist jetzt ganz gut auf Licht sowohl als auf Convergenz, und lässt sich letzteres auch ganz deutlich bei ausgeführten Convergenzbewegungen, die durch starkes Annähern des Objektes ausgelöst werden, nachweisen.

Am 12/XII. 91 wiederum erheblicher Fortschritt. Das Kind verfolgt heute auf Aufforderung hin ein central fixirtes und mit dem Blick verfolgtes Objekt auch mit den Händen schon ziemlich sicher, ebenso greift es ziemlich prompt auf ein vorgehaltenes Objekt d. h. wenn dasselbe central fixirt wird. Excentrische Netzhauteindrücke lösen auch heute noch fast gar keine Augenbewegungen und ebenso keine Greifbewegungen des Kindes aus. Es besteht in dieser Hinsicht noch ein gewaltiger Unterschied zu dem Verhalten eines gleichalterigen normalen Kindes, wie Controll-Versuche lehren. Auch heute noch macht es den Eindruck, wenn man ein Objekt aus dem Fixirpunkt sehr schnell in eine excentrische Gesichtsfeldpartie überführt, als ob das Kind dasselbe ganz aus dem Bereich seines Sehens verloren hätte. Bei allen diesen Versuchen, war es immer der Eindruck, als handelte es sich um eine gleichmässige Beeinträchtigung des excentrischen Sehens, also um eine concentrische Gesichtsfeldstörung, und nicht um Störungen des excentrischen Sehens hauptsächlich nur in einer Richtung, als z. B. um hemianopische Störungen.

Am 13./XII 91 stetiger Fortschritt im Sehen. Das Kind erkennt heute durchweg die vorgehaltenen Gegenstände und benennt sie richtig, greift relativ gut nach Objekten und hebt dieselben vom Boden auf. Auffällig bleibt auch heute noch das schlechte excentrische Sehen und die Vernachlässigung excentrischer Netzhauteindrücke. Auch beim Suchen von Objekten auf dem Fussboden, verhält sich das Kind oft noch, wie ein Patient mit starker koncentrischer Gesichtsfeldbeschränkung, zuweilen hebt es ein kleineres Objekt (z. B. weisses Papierstück, Stück Zucker u. s. w.) ziemlich prompt vom Boden auf, zuweilen aber muss es noch lange suchen, fühlt auf dem Fussboden umher und tastet oft längere Zeit ganz in der Nähe des Gegenstandes, bevor es ihm gelingt, denselben zu fassen.

Digitized by Google

Am 14/XII. 91 weitere bedeutende Besserung, aber auch heute bleibt noch auffallend das relativ schlechte excentrische Sehen, einem normalen Kinde gegenüber, immerhin greift das Kind auch heute schon nach excentrisch gehaltenen Objekten und bemerkt dieselben offenbar. Es zeigt sich hierbei, dass excentrisch im Gesichtsfeld bewegte Objekte, jedenfalls viel leichter von dem Kinde bemerkt werden, als solche, die ruhig gehalten werden. Ein wesentlicher Unterschied im Sehen ist zwischen dem rechten und dem linken Auge nicht zu konstatiren.

Am 15./XII. 91 ist wieder ein grosser Fortschritt zu konstatiren, das Kind verhält sich fast normal, nur die schlechte Verwerthung excentrischer Netzhauteindrücke bleibt noch etwas auffallend. Das Kind ist seit den letzten Tagen in seinem psychischen Verhalten ganz verändert, singt viel, ist heiter und lebhaft.

Vom 16./XII. 91 ab ist das Kind wieder als normal anzusehen. Opthalmoscopisch nichts Abnormes, ebenso Pupillenreaktion und Augenbewegungen normal.

M. H. Ich habe während meiner doch erst relativ kurzen Thätigkeit hier in der Augenklinik noch 2 analoge Fälle beobachtet, welche ebenfalls skrophulöse Kinder im Alter von 3 und 3½ Jahren betreffen. Ich will Ihnen über diese Fälle nur einige ganz kurze Daten anführen, da sie sehr analog dem eben demonstrirten verliefen, in zweiter Linie aber nicht so genau beobachtet wurden namentlich während der Rückkehrperiode des Sehvermögens.

Der 1. dieser Fälle betraf ein kleines Mädchen K. Sch., 3 Jahr alt, welches am 12./II. 91 in die Klinik unter dem Bilde der scrophulösen oberflächlichen Keratitis mit Gesichts- und Lidekzem, starker Schwellung der Lider und Blepharospasmus aufgenommen wurde. Schon seit 6 Wochen bestand nach Aussage der Mutter diese Erkrankung der Augen, und waren dieselben seit dieser Zeit auch nicht mehr geöffnet worden. Nach circa vierwöchentlicher klinischer Behandlung hatte sich das Leiden so weit gebessert, dass Pat. anfing die Augen wieder etwas zu

Digitized by Google

öffnen, aber jetzt wurde konstatirt, dass das Kind nicht sehen konnte, es griff nicht nach vorgehaltenen Gegenständen, lief gegen Hindernisse, erkannte keine Personen, selbst seine eigene Mutter nicht u. s. w., kurz um, es war im gewöhnlichen Sinne des Wortes blind, trotzdem es die Augen geöffnet hielt. Dabei aber war grellere Beleuchtung der Augen dem Kinde offenbar unangenehm, es schloss die Augen wandte sich ab, während das willkürliche Fixiren einer Lichtquelle z. B. im dunklen Zimmer nicht konstatirt werden konnte. Es hatte grellere Beleuchtung also entschieden eine Wirkung auf die Netzhaut des Kindes, jedoch scheinen dadurch weniger eine bewusste Empfindung, als nur mehr reflektorische Abwehrbewegungen der Augen resp. der Lider ausgelöst zu werden. Opthalmoskopisch, abgesehen von kleinern restirenden Hornhauttrübungen sonst normale Verhältnisse, Pupillen reagiren auf Licht. Dieser Zustand des Nichtsehens dauert unverändert noch circa 14 Tage bei grosser Apathie des Kindes, dann fängt es zum ersten Mal an, ein vorgehaltenes Objekt zu fixiren und mit den Augen zu verfolgen. Das Kind wird jetzt entlassen. Nach Aussage der Mutter hat sich darauf das Sehen nach weitern 8 Tagen erheblich gebessert und ist dann allmählig normal geworden, so dass von dem Augenblick der ersten Oeffnung der Augen bis zur völligen Restitution des Sehens doch ein Zeitraum von circa 4 Wochen verstrichen ist.

In dem 3. Fall handelt es sich ebenfalls um ein skrophulöses Mädchen von $3^1/_2$ Jahren, welches wegen doppelseitiger perforirender Hornhautulcera mit Irisprolaps aufgenommen wurde bei gleichzeitigem Blepharospasmus. Nach 5 wöchentlicher Behandlung (Abtragung der Irisprolapse, Irisdectomien u. s. w.) beginnt das Kind zuerst die Augen zu öffnen, aber es sieht Nichts, ebenso wie die beiden früher erwähnten Kinder; jedoch aber auch hier wird konstatirt, dass das Kind trotzdem zu dieser Zeit grelle Beleuchtung der Augen als etwas Unangenehmes empfinden muss, da es die Augen zukneift nach oben rotirt und so ausgesprochene Abwehrbewegungen gegen die grelle

Digitized by Google

Beleuchtung ausführt. Es ist in diesem Falle nicht bemerkt, ob das Kind zu dieser Zeit willkürlich z. B. eine hellere Lichtquelle im Dunkelzimmer fixirte. Die genauere Prüfung war hier überhaupt erschwert, da beiderseits erhebliche Leucome mit vordern Synechien bestanden, opthalmoskopisch im Augenhintergrund aber waren keine pathologischen Veränderungen, zu konstatiren. Es währte auch bei diesem Kinde circa 3 Wochen, von der ersten Oeffnung der Augen ab gerechnet, bis das Sehen wiederkehrte, und zwar vollzog sich hier die Restitution relativ schnell wieder unter einer grossen psychischen Veränderung des bis dahin apathischen Kindes. Auf einem Spaziergang im Garten mit der Wärterin wurde zuerst bemerkt, dass das Kind Blumen am Wege sah, es pflückte dieselben, es wurde heiter, sang viel und fand sich auch von da ab wieder gut zurecht. Genauere Daten über das Verhalten des Gesichtsfeldes zu dieser Zeit, sowie über die Art der Restitution des Sehens konnten nicht gewonnen werden bei diesem Kinde.

M. H. Aus dem Umstande, dass ich Gelegenheit hatte in einem Zeitraum von $^5/_4$ Jahren hier in der Marburger Augenklinik 3 derartige Fälle zu beobachten, erhellt meines Erachtens, dass ein derartiges Vorkommniss doch wohl nicht zu den so seltenen zu rechnen ist, wie man nach den bisherigen Mittheilungen in der opthalmologischen Literatur geneigt sein könnte anzunehmen. Es ist dies auch schon von andern Beobachtern (*Samelsohn*) ausgesprochen worden und gleichzeitig auch darauf hingewiesen, aus welchen Gründen eine solche vorübergehende Erblindung so junger Kinder doch leicht sowohl von den Angehörigen als auch vom Arzt übersehen werden kann, zumal wenn ein solches Kind nicht in klinischer kontinuirlicher Beobachtung sich befindet. Unsere bisherigen Mittheilungen in der Literatur über diesen Gegenstand sind auch jetzt noch als relativ sparsame zu bezeichnen, und ich darf mir wohl erlauben in ganz kurz referirender Weise auf dieselben einzugehen, um Sie nicht nur mit den bisherigen Fällen, sondern auch mit den einzelnen Ansichten der Autoren und der Geschichte dieses Gegenstandes bekannt zu machen.

Digitized by Google

Der erste einschlägige Fall ist jener von *A. v. Graefe* (v. Graefe's Arch. f. Ophthalmol. Bd. I Abth. 2, 1855, p. 300) beschriebene, wo bei einem Kinde (Alter nicht angegeben) nach 11 monatlichem Blepharospasmus, der nach Durchschneidung beider nervi supraorbitales gehoben wurde, vorübergehende Amaurose bestand. »Es war beinahe vollständig blind, so dass es hellen Lichtschein kaum wahrzunehmen und die Umrisse grösster Objekte z. B. menschlicher Figuren nicht im mindesten zu unterscheiden vermochte.« Leichte Hornhautflecken als Reste früherer Ophthalmien konnten ebenso wenig, als der ophthalmoskopische Befund eine genügende Erklärung für die Blindheit abgeben. *v. Graefe* ist geneigt den anhaltenden starken Druck von Seiten des Orbicularis auf die bulbi und die damit verbundene Beeinträchtigung der Netzhautcirkulation für die Sehstörung anzuschuldigen.

1879 theilt *Schirmer* (Amaurosis nach Blepharospasmus« Zeh. klin. Monatsschr. f. Augenh. Bd. XVII. p. 349) 2 weitere einschlägige Fälle mit, welche 2 Kinder von 2 und 4 Jahren betreffen. Bei beiden Kindern 2-monatlicher Blepharospasmus und circa 14 Tage vergingen seit dem Oeffnen der Augen, bis das Sehen sich wieder einstellte. *Schirmer* ist ebenfalls geneigt den anhaltenden Liddruck und die Beeinträchtigung der Netzhautcirkulation dadurch anzuschuldigen, und er stützt diese seine Ansicht noch durch 2 Beobachtungen aus der Litteratur, wo durch den direkten Druck auf die Augen dauernde Erblindung eingetreten sein soll.

1880 wurde von *Leber* (Arch. f. Ophthalmol. Bd. 26 Abth. 2, p. 261) 2 weitere Fälle, 3 jährige Kinder betreffend, veröffentlicht. In dem ersten Dauer des Lidkrampfes 7 Monate, nach dem Oeffnen der Augen »folgt es nicht den Bewegungen einer Lichtflamme und greift nicht nach vorgehaltenen Gegenständen. Die Hornhaut ist ziemlich aufgehellt, so dass die ophthalmoskopische Untersuchung (wegen der noch immer störenden Lichtscheu) nur in Chloroformnarkose vorgenommen werden kann, welche aber ein durchaus negatives Resultat liefert. Die Pupillenreaktion

Digitized by Google

ist erhalten.« Die Restitution des Sehens nimmt circa 3½ Wochen in Anspruch. — Bei dem 2. Kinde ist der Verlauf sehr ähnlich. — Sehr bemerkenswerth und lehrreich sind nun die weitern Ausführungen *Leber's* über die Genese und die Erklärung derartiger Sehstörungen. Zunächst weist *Leber* die Ansicht zurück, dass wirklich der Liddruck auf die Augäpfel eine solche Sehstörung hervorbringen könne. Man könne wohl durch direkten Druck auf das Auge oder auch durch starkes Zukneifen der Lider vorübergehend das Sehen verdunkeln, aber es sei doch nicht denkbar, dass der Liddruck dauernd ein so starker sei, um eine solche Störung in der Netzhautcirkulation hervorzubringen, zumal ein willkürlicher Liddruck bis zur Verdunkelung des Sehens sehr unangenehm und schmerzhaft sei. Es müsse auch, wenn wirklich der so künstlich gesteigerte intraoculare Druck der Grund für die Sehstörung sei, dieselbe der glaucomatösen ähneln, was doch durchaus nicht der Fall. — Als einfache Reflexamaurose sei diese Sehstörung auch nicht aufzufassen, vor Allem weil die Sehstörung noch wochenlang fortbestehe, nachdem schon der Lidkrampf und die entzündlichen Erscheinungen gehoben. — *Leber* ist am meisten geneigt, zumal es sich immer um kleine Kinder (2—4 Jahren) handelte, anzunehmen, dass die kleinen Patienten gleichsam den Gebrauch ihrer Augen während des anhaltenden Blepharospasms verlernt haben. Die ganze Form der Erblindung (negativer ophthalmoskopischer Befund, erhaltene Pupillarreaktion u. s. w.) weise auf einen centralen Satz der Störung hin. Es sei jedoch für die Entstehung dieser Nichtgebrauchsfähigkeit der Augen der Lidschluss nicht für sich allein anzuschuldigen, sondern der ganze psycho-physische Mechanismus, welcher zur Exklusion der Augen von deren Gebrauch zur Wahrnehmung äusserer Gegenstände führe. Es handele sich bei dem Blepharospasmus gleichsam nicht um eine passive Exklusion der Augen vom Sehen, sondern vielmehr um eine aktive, willkürliche; die Augen werden wegen der mit ihrem Gebrauch verbundenen unerträglichen Lichtscheu aktiv vom Gebrauch zur Wahrnehmung ausgeschlossen, die

Digitized by Google

Aufmerksamkeit wendet sich absichtlich von den Gesichtsempfindungen ab, und das Kind gewöhnt sich, nur die übrigen Sinneswahrnehmungen, mit denen keinerlei unangenehme Sensationen verknüpft sind, zu berücksichtigen und zu verwerthen. Es setzt diese Erklärung jedoch nicht voraus, dass ein Jahr lang bestehendes passives Sehhinderniss (langbestehender Staar, Vernähung der Augenlider u. s. w.) zur Erblindung führen müsse. Der ganze Zustand solcher Kinder sei bis zu einem gewissen Grade mit den Verhältnissen zu vergleichen, wie sie sich bei blindgeborenen und später mit Erfolg operirten Kindern gestalten.

Schweigger spricht sich 1885 in einer Festrede (»Ueber den Zusammenhang der Augenheilkunde mit andern Gebieten der Medicin.« Verlag v. S. Hirschwald), ohne jedoch kasuistisches Material anzuführen, über diesen Punkt folgendermassen aus: »Und doch blind sind diese Kinder nicht, oder doch nur in soweit, als man es mit sehenden Augen sein kann; man könnte sie allenfalls mit einer modernen physiologischen Benennung als »seelenblind« bezeichnen. Sie bewegen sich nur deshalb so wie Blinde, weil sie es verlernt haben aus dem Gewirr ihrer Netzhautbilder, welche sich auf Schritt und Tritt verschieben, richtige Schlussfolgerungen abzuleiten.

Neue Gesichtspunkte für diese Frage bringen die Mittheilungen von *Samelsohn* im Beginn des Jahres 1888 (»Ueber Erblindung nach Blepharospasmus« Berl. klin. Wochenschr. 23. Januar 1888). Es handelt sich im Ganzen um 5 Fälle auf ca. 60.000 Augenkranke. Der 3. hiervon ist besonders hervorzuheben, weil *Samelsohn* bei diesem über die Art der Wiederkehr des Sehvermögens genauere Angaben macht. Bei einem 4jährigen Knaben hatte fast 1 Jahr lang Lidkrampf bestanden. Am 3. Tage nach der Lidöffnung die erste Spur qualitativer Lichtempfindung, am 4. für Lichtschein angeblich rechtsseitige Hemianopsie, am 5. Tage links Gesichtsfeld frei, rechts dagegen noch das Gesichtsfeld in der unteren Hälfte defekt und lässt sich eine Gesichtsfeldbeschränkung nach unten auf diesem Auge

Digitized by Google

noch bis zum 12. Tage nachweisen. Sehr seltsam und schwer verständlich ist dann noch bei diesem Kinde die von *Samelsohn* beschriebene Erscheinung einer verlangsamten Apperception während des Stadiums der Rückbildung der Sehstörung. »Hält man ihm z. B. eine Scheere vor, und zwar in der oberen Hälfte des Gesichtsfeldes und fordert ihn auf, den nach seiner Behauptung gut gesehenen Gegenstand zu benennen, so giebt er zögernd einige falsche Namen an. Entfernt man nun die Schere und setzt ein Glas an deren Stelle und fordert dessen Benennung, so wird jetzt die Scheere genannt. Dieses Spiel wiederholt sich regelmässig derart, dass stets erst der Name des vorher gegangenen Bildes auftaucht, wenn dasselbe aus dem Gesichtsfeld verschwunden und durch ein anderes Wahrnehmungsbild ersetzt worden ist.« S. meint es handele sich bei dieser Erscheinung um »das strikte Gegentheil der von *Grashey* jüngst beschriebenen Form von eigenthümlicher Aphasie, die er auf eine verminderte Dauer der Sinneseindrücke zurückführt.« Es bleibt doch in diesem Falle eigentlich ganz räthselhaft, wenn eine verlangsamte Apperception diese Erscheinung erklären soll, warum der Knabe nicht doch schliesslich auch, wenn er das Objekt nur lange genug betrachten konnte, dasselbe richtig bezeichnete. Es bleibt übrigens dieser Fall bisher der einzige in der Literatur, wo etwas darartiges beobachtet wurde.

Der 4. Fall *Samelsohn's* betrifft ein $2^1/_2$ jähriges Kind wo nach 6 monatlichem Lidkrampf bei Hornhautinfiltraten Sehnervenatrophie mit dauernder Erblindung constatirt wurde. S. selbst möchte übrigens in diesem Falle nicht mit Sicherheit die Sehnervenatrophie als Folge des Lidkrampfes ansehen, sondern meint, dass die Ernährungsstörung im Bereich der Sehnerven bereits vor dem Beginne der dem Lidkrampf bedingenden Keratitis eingeleitet gewesen sein könne. Ich möchte mich dieser Anschauung anschliessen.

Für um so beweisender hält *Samelsohn* seinen 5. Fall, wo ein 4jähriges Kind c. 3 Monate nach abgelaufenen Blepharospasmus in Folge von phlyktänulärer Keratitis, die 6 Monate

Digitized by Google

bestanden hatte, völlig blind unter dem Bilde der Drucksteigerung T + 2, glaucomatöser Excavationen und atrophischer Verfärbung der Papillen, ferner mittelweiter starrer Pupillen vorgestellt wird und nach doppelseitigen Iridectomien nur auf einem Auge ein ganz geringes Sehvermögen wiedererhält. Ich kann mich auch hier eines Zweifels nicht erwehren, ob man mit Sicherheit einen direkten Zusammenhang zwischen dem Blepharospasmus und dem status glaucomatosus mit Erblindung annehmen darf. Schon *Samelsohn* selbst findet es sehr auffallend, dass mit Nachlass des Liddruckes nicht auch die glaucomatösen Erscheinungen zurückgingen. Ich glaube aber man muss ferner die Frage aufwerfen, wie soll es eigentlich zu einer glaucomatösen Excavation der Papillen kommen, wenn der Bulbus durch den Liddruck von vorn her gegen das retrobulbaere Orbitalgewebe getrieben wird? Muss bei einem solchen Vorgange nicht der Bulbus auf den inserirenden Sehnerven zurückgedrängt werden, so dass dieser eher gleichsam in das Auge hineingetrieben wird, da er eine grössere Resistenz besitzt als das übrige Orbitalgewebe und senkrecht an der Bulbus-Kapsel inserirt. Ich erinnere hier nur an die meines Erachtens von *Becker* so mit Recht betonten Verhältnisse für die Entstehung der Chorioidealrupturen am menschlichen Auge, wo durch die Contusion von vorn der Bulbus gleichsam auf den Sehnerven heraufgetrieben wird, und so die häufig concentrischen Rupturen der Chorioidea erfolgen. Es liegen meines Erachtens bei einer Compression des Bulbus durch die Lider von vorn die Verhältnisse wohl absolut anders als bei einer reinen intraokularen Drucksteigerung wie beim Glaucom. Es bleibt jedenfalls noch abzuwarten, ob wirklich durch weitere Beobachtungen sicher festgestellt werden kann, dass langdauernder Blepharospasmus zur dauernden Erblindung auf dem Wege der einfachen Sehnerven-Atrophie oder der glaucomatösen Degeneration des intraocularen Sehnervenendes führen kann, vorläufig möchte ich es als nicht sicher erwiesen ansehen. Höchst bemerkenswerth bleibt jedenfalls in dem *Samelsohn'schen* 3. Falle die ungleiche Restitution des Sehvermögens auf beiden Augen und das Gesichtsfeldverhalten des rechten.

Digitized by Google

Im Jahre 1888 liegt dann ferner eine Mittheilung von *Silex* vor (»Vorübergehende Amaurose in Folge von Blepharospasmus nebst einigen Bemerkungen über das Sehen der Neugeborenen.« Zehend. klin. M.-Bl. f. Augenh. Bd. XXVI s. 104. 1888). Der *Silex'sche* Fall betrifft ein $2^{3}/_{4}$jähriges Mädchen, es öffnet die Augen zuerst wieder nach c. 12. Wochen dauerndem Blepharospasmus, hierauf noch 12 Tage völlig blind, in weitern 13 Tagen allmähliche Restitution des Sehens. Pupillarreaction erhalten, ophthalmoscopischer Befund normal. Nach einer kritischen Besprechung der bisherigen Ansichten über das Wesen des Processes erscheint *Silex* schliesslich die Annahme am wahrscheinlichsten, dass hier eine Art Rindenblindheit im *Munk'schen* Sinne vorliege, wobei sich natürlich nicht sicher beurtheilen lasse, welcher Art die hypothetische Erkrankung des Rindencentrums sei. »Nur so viel können wir nach dem Krankheitsverlauf sagen, dass es sich nicht um organische Veränderungen gehandelt haben kann, und dass es vielleicht im Verein mit der durch die Langwierigkeit der Affection immer bedingten mehr oder weniger starken Schwächung des Gesammtorganismus dadurch zu einem Torpor und zu einer Funktionsstörung jenes Centrums kam, dass, indem mehrere Monate alle peripheren und in Folge der geringen geistigen Entwicklung des Kindes auch alle inneren Reize wegfielen, überhaupt keinerlei Erregungen zu demselben gelangten.«

Aus dem Jahre 1888 wird ferner noch 1 Fall von »Amaurose nach Blepharospasmus« (Inaug.-Dissert., Berlin) von *F. Fürstenheim* aus der Schweigger'schen Klinik beschrieben, der Autor schliesst sich im Wesentlichen den *Silex'schen* Anschauungen an.

Ein fernerer Fall ist dann von *Powilaw* (»Ein Fall von temporärer Amaurose in Folge von Blepharospasmus.« Wjestnik. Ophth. 1889 Nr. 4) mitgetheilt, der Aufsatz war mir jedoch nicht zugänglich.

Weitere Mittheilungen über diesen Gegenstand sind mir zur Zeit nicht bekannt, es wäre aber wohl möglich, dass in der umfangreichen ophthalmologischen Literatur eine oder die andere Beobachtung von mir übersehen worden ist.

Digitized by Google

Das ist also der Stand der Frage von der vorübergehenden Amaurose nach Blepharospasmus bei kleinen Kindern. Von unsern Beobachtungen erscheint mir die zuerst mitgetheilte die bemerkenswertheste zu sein, weil bei der kleinen Patientin etwas ausgedehntere Untersuchungen über die Art der Restitution des Sehvermögens angestellt werden konnten, die einige neue Gesichtspunkte bieten dürften.

Zunächst hat es mir bei diesem Kinde scheinen wollen, dass doch die Pupillarreaction nicht der einzigste reflectorische Vorgang ist, der auch in der Zeit der völligen Erblindung ausgelöst wird, sondern dies Kind schloss auch reflectorisch die Lider und wandte die Augen nach oben, wenn ein sehr intensiver Lichtschein (z. B. mit dem Concavspiegel) in die Augen geworfen wurde. Am 2. Tage nach der ersten Oeffnung der Augen war dies sicher schon der Fall und bei allen 3 Kindern zeigte sich dies Verhalten sehr ausgesprochen bald nach dem Oeffnen der Lider beim Versuch der Ophthalmoscopirens, auch ohne dass man das Kind berührte. Wenn die Beleuchtung nicht zu intensiv war, so machte es den Eindruck, als ob das Licht nicht die mindeste Einwirkung auf die Netzhaut ausübe, auch fixirten diese Kinder in den ersten Tagen z. B. eine Lampe im Dunkelzimmer nicht im mindesten, trotzdem löste aber intensive Beleuchtung der Retina reflectorischen Lidschluss und Aufwärtsrollen der Bulbi auf. Und dabei war das Kind nicht im Stande anzugeben, ob es hell oder dunkel vor seinem Auge sei. Es würde also bei fernerer Beobachtung genau darauf zu achten sein, ob es gleich nach dem ersten Wiederöffnen der Lider wirklich eine Zeit gibt, wo intensive Beleuchtung gar keinen reflectorischen Lidschluss auslöst, wie man nach einigen Mittheilungen in der Literatur geneigt sein könnte anzunehmen. Mir scheint das nicht der Fall zu sein, selbstverständlich wird man die intensive Beleuchtung der Augen immer so einzurichten haben, dass die Augen des Kindes nicht durch strahlende Wärme getroffen werden.

Digitized by Google

In zweiter Linie scheint mir die Thatsache bei unserer ersten Beobachtung sehr bemerkenswerth, wo eben auf diese Verhältnisse genauer untersucht wurde, dass sich während der Rückbildungsperiode der Amaurose eine Zeitperiode von fast 3 Tagen fand, wo das Kind vorgehaltene Gegenstände (z. B. ein Stück Zucker), wenn dieselben in die Blicklinie gebracht und nun langsam hin und her geführt wurden, deutlich mit den Augen nach den verschiedenen Richtungen verfolgte, aber jetzt aufgefordert, die Objecte zu ergreifen, sich doch noch ganz so wie ein blindes verhielt; es streckte suchend den Arm aus, aber eventuell nach einer ganz anderen Richtung, bis es schliesslich meinen Arm gefunden und sich nun an demselben entlang bis zu meiner Hand hinfühlte. Zu dieser Zeit wurden auch schon bei Annäherung eines Objectes deutliche Convergenz-Bewegungen ausgeführt mit gleichzeitiger Verengerung der Pupillen. Es werden also in diesem Stadium durch ein central fixirtes und dann bewegtes Object schon Augenbewegungen reflectorisch nach den verschiedenen Richtungen ausgelöst, und trotzdem ist das Kind noch nicht im Stande dieses sein Sehen in bewusster Weise für das Erfassen der Objecte mit den Händen zu verwerthen. Erst nachdem dies Verhalten c. 2—3 Tage bestanden, fängt das Kind an, ein vorgehaltenes und bewegtes Object willkürlich mit den Händen zu verfolgen. Es scheint also als ob zu Anfang die Associationsbahnen von dem Sehcentrum zu den zielbewussten, zweckmässigen Körperbewegungen noch nicht wegsam waren, während doch die Augenbewegungen gleichsam reflectorisch von den mit der macula lutea gesehenen und bewegten Objecten schon ausgelöst wurden. Ja dies Verhalten liess sich in ziemlich ausgesprochener Weise noch am 11./XII. 91 nachweisen, wo das Kind ein vorgehaltenes Stück Zucker wohl mit den Augen verfolgte, es auch schon richtig nannte, aber trotzdem noch nicht im Stande war, das Stück direct zu ergreifen, sondern als es aufgefordert wurde, doch das Stück Zucker zu nehmen, so suchte es noch sehr unsicher tappend nnd fühlend, fast als

Digitized by Google

ob es noch gar Nichts sehe. Sobald dann das Kind erst einmal angefangen hatte das vorgehaltene Object auch mit den Händen zu verfolgen, war es bald ganz sicher im Greifen.

In dritter Linie, glaube ich, sind die Resultate über die Prüfung des excentrischen Sehens während der Rückbildungsperiode der Amaurose interessant. Es war zu der Zeit (vom 9. XII. 91 ab), als das Kind schon deutlich Objecte bei centraler Fixation mit den Augen verfolgte, sehr auffallend, dass excentrisch gehaltene, auch markante, z. B. weisse Objecte offenbar noch gar nicht von der kleinen Patientin bemerkt wurden; sie richtete ihre Augen nicht auf derartige excentrisch gehaltene und auch bewegte Objecte, ja einige Tage später noch, als sie central fixirte Objecte schon ziemlich prompt ergriff, macht sie noch immer den Eindruck, als ob excentrische Objecte noch gar nicht wahrgenommen werden, es wird weder eine entsprechende Augenbewegung noch eine entsprechende zweckmässige Greifbewegung mit den Händen nach dem Object ausgeführt, trotzdem das Kind offenbar bemüht ist, der Aufforderung nachzukommen. Das Kind macht mit Einem Wort den Eindruck, als ob es eine starke koncentrische Gesichtsfeldbeschränkung habe. Ich habe bei diesen Prüfungen periphere Gesichtsfelddefecte im Sinne einer homonymen Hemianopsie nicht konstatiren können. Uebrigens habe ich mit andern gleichaltrigen Kindern zu dieser Zeit vergleichende Versuche angestellt, wobei ein derartiges Verhalten des excentrischen Sehens nicht zu Tage trat. Diese grosse Mangelhaftigkeit des excentrischen Sehens ist noch, allmählig abnehmend, bis zum 15. XII. 91 nachweisbar, zu einer Zeit, wo in den letzten Tagen vorgehaltene Objecte schon erkannt werden. Auch zu dieser Zeit noch verliert das Kind ein central vorgehaltenes Object aus dem Auge und verfolgt es nicht mit dem Blick, wenn dasselbe mit einer schnellen Bewegung aus dem Centrum in excentrische Theile des Gesichtsfeldes geführt wird. Auffällig erschien mir ferner noch in den Tagen vom 12. XII.—14. XII. 91 bei diesem Kinde, dass es sich schon relativ gut orientirte im

Digitized by Google

Raum und Hindernissen sicher auswich zu einer Zeit, wo, wie oben angeführt, die Prüfung des excentrischen Sehens in Bezug auf auszulösende Augenbewegungen sowohl als auf auszulösende Greifbewegungen im Wesentlichen negativ ausfielen, so dass die Kleine sich hierin ähnlich verhielt, wie oft Patienten mit starker funktioneller concentrischer Gesichtsfeldbeschränkung, z. B. bei hysterischer Amblyopie.

In Bezug auf das Erkennen von vorgehaltenen Objecten hat es mir scheinen wollen, als ob das Kind bei hinreichend wiederhergestellter Sehkraft auch die Gegenstände beim ersten Mal gleich wieder richtig erkannte, welche es von früher her aus der Erfahrung kennen gelernt hatte.

Die Augenbewegungen des Kindes boten sonst nichts Abnormes, weder Nystagmus noch nystagmusartige Zuckungen noch Beweglichkeitsdefecte und wurden ganz regelrecht im associirten Sinne nach allen Richtungen ausgeführt, sobald das Kind anfing ein vorgehaltenes Object mit den Augen zu verfolgen.

Alles in Allem genommen reihen sich die drei beschriebenen Fälle ganz den früher in der Literatur mitgetheilten als gleichartig an, eine Ausnahme bilden bisher von diesem Typus Beobachtung 4 und 5 von *Samelsohn*. Ich möchte jedoch auch mit Silex glauben, dass, solange diese Fälle vereinzelt dastehen, wir noch nicht berechtigt sind, sie als sichere Argumente dafür anzusehen, dass es lediglich in Folge dieses Blepharospasmus bei kleinen Kindern wirklich zu anatomischen Veränderungen in den Sehnerven, sei es einfach atrophischer, sei es glaukomatöser, sei es cirkulatorischer Natur, kommen kann.

Was nun im Uebrigen eine Erklärung dieser eigenthümlichen Krankheitsbilder und die bisher von den Autoren gegebenen Deutungen dieses Vorganges anbetrifft, so bin ich nicht in der Lage wesentlich neue Gesichtspunkte beizubringen. Ich glaube immer unsere Aufgabe liegt zunächst noch darin, durch immer genauere Analysen der Sehstörungen und namentlich auch ihrer Rückbildungserscheinungen weiteres Material zu sammeln und so eine noch grössere thatsächliche Grundlage für weiter-

Digitized by Google

gehende Erklärungsversuche zu schaffen. Diese Untersuchungen sind wohl mühsam, zeitraubend und in mancher Hinsicht unsicher bei der grossen Jugend der kleinen Patienten und ihrer Theilnahmlosigkeit; aber doch ist hier noch Manches zu erreichen, und glaube ich auch in dieser Hinsicht bei unserm ersten Falle einige bemerkenswerthe neue Thatsachen nachgewiesen zu haben. Alles in Allem genommen erscheinen mir die von *Leber* gegebenen Ausführungen über das Wesen der Erscheinung auch heute noch am zutreffendsten, dass die Störung sicher als eine rein centrale anzusehen ist, dass diese jugendlichen Kinder das Sehen gleichsam verlernen, dass das willkürliche Ausschliessen der Gesichtsempfindungen, sozusagen die Unterdrückung derselben im Sinnenleben, eine wichtige Rolle spielt zu einer Zeit, wo der ganze psychophysische Mechanismus wegen des jugendlichen Alters noch so wenig gefestigt ist. Ob es gerechtfertigt erscheint, die sogenannte Amblyopia ex anopsia, welche in der Regel einseitig ist, in Parallele zu stellen mit diesen Zuständen von vorübergehender Amaurose, das erscheint mir zweifelhaft. Auch, glaube ich, dass der Einwand von *Silex* immer zu Recht bestehen bleibt, wenn er hervorhebt, wie es doch sehr merkwürdig und schwer verständlich sei, dass Kinder selbst noch in einem Alter von vier Jahren, wo doch sonst schon erfahrungsgemäss optische Erinnerungsbilder bis ins spätere Leben hinein erhalten bleiben, das Sehen in so kurzer Zeit ganz verlernen können; denn die Krankengeschichten der spätern Mittheilungen zeigen, dass nicht $^1/_2$—1 Jahre bestehender Blepharospasmus nöthig ist, um eine derartige vorübergehende Amaurose auszulösen, sondern das schon 2—3 Monate genügen. Es bleibt also auch bei Annahme der *Leber'schen* Erklärung noch Manches dunkel und schwer verständlich bei diesem Krankheitsbild; jedoch glaube ich nicht, dass die Annahme von *Silex*, es handele sich hier um Rindenblindheit, basirend auf einer rein funktionellen hypotetischen Erkrankung des Wahrnehmungscentrums, geeignet ist, mehr zu erklären, als es schon durch die *Leber'schen* Ausführungen geschehen. Auch den Ein-

Digitized by Google

wendungen *Leber's* gegen die v. *Graefe'sche* und *Schirmer'sche* Ansicht, dass der mechanische Liddruck und damit die Beeinträchtigung der Netzhautcirkulation der Grund für die Sehstörung sei, möchte ich durchaus beipflichten, und ebenso seinen Ausführungen, aus welchen Gründen diese Sehstörung nicht etwa als eine reflektorische aufgefasst werden kann.

Grosse Analogien bietet das Verhalten dieser Kinder thatsächlich in vielen Beziehungen mit dem Zustande von blindgeborenen und später erfolgreich operirten Menschen, wie mich so recht noch in letzter Zeit ein hier in der Marburger Klinik beobachteter und von mir ausführlich beschriebener Fall lehrte (»Untersuchungen über das Sehenlernen eines siebenjährigen blindgeborenen und mit Erfolg operirten Knaben.« Beiträge zur Psychologie und Physiologie der Sinnesorgans. Festschrift zum 70. Geburtstage Hermann von Helmholtz. 1891. Verlag von Leopold Voss, Hamburg). Auch dieser Knabe brauchte längere Zeit, bevor er lernte nach Beseitigung der optischen Sehhindernisse sein Auge zu verwerthen, er verhielt sich eigentlich noch wochenlang wie vor der Operation und zeigte wenig Neigung sein Augenlicht zu benutzen, zumal wenn er sich selbst überlassen war; erst methodische Erziehung und strenge Mahnungen führten ihn allmählig dazu. Auch in Bezug auf das excentrische Sehen und dessen Verwerthung, sowohl für die anfängliche Orientirung im Raum als für die Auslösung von fixirenden Augenbewegungen, zeigt sich manche Aehnlichkeit. — Ebenso bieten sich im psychischen Verhalten manche Analogien, es ist ja namentlich auffallend, welchen enormen Einfluss die Rückkehr des Sehens auf die Wiederbelebung des ganzen Sinnenlebens bei den kleinen Kindern mit vorübergehender Amaurose nach Blepharospasmus ausübt, sie erwachen damit auch gleichsam aus einer allgemeinen Apathie. Es war das bei unseren drei Beobachtungen sehr ausgesprochen der Fall. Doch ich will an dieser Stelle auf jenen eben citirten Fall nicht näher eingehen, es fehlt auch nicht an principiellen Verschiedenheiten. Dass das Sehenlernen des Neu-

Digitized by Google

geborenen sich in sehr vielen Beziehungen von dem unserer Patienten mit vorübergehender Amaurose und dem der Blindgeborenen und später mit Erfolg operirten unterscheidet, leuchtet ein, da der Neugeborene auf sämmtlichen Gebieten seiner Sinnesempfindungen Erfahrungen zu sammeln hat, während die beiden letztgenannten Categorien von Patienten nur in ihr sonst ausgebildetes System des Sinnenlebens den einen Sinn, den Gesichtssinn, einzufügen haben.

In der oekonomischen Sitzung vom 4. November 1891 wurden die Herren: GMR Professor Dr. Ernst Küster, Professor Dr. Wilhelm Uhthoff, Professor Dr. Karl Fraenkel, Professor Dr. Arthur Meyer, Professor Dr. Adolf Barth durch vorschriftsmässige Kugelung zu ordentlichen, Herr Privatdocent Jacob Zumstein zum ausserordentlichen, Mitgliedern der Gesellschaft erwählt.

Aufgelegte Schriften:

Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftl. Gesellschaft 1888/89. St. Gallen 1890.

Jahresbericht der Verwaltung des Medicinalwesens der Stadt Frankfurt a. M. XXXIV. Jahrg. 1890. Frankfurt a. M. 1891.

Jahresbericht und Abhandlungen des naturwissenschaftl. Vereins in Magdeburg 1890. Magdeburg 1891.

Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins Riga XXXIV, nebst Arbeiten N. F. Heft 7. Riga 1891.

Sitzungsbericht der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heil-Kunde zu Bonn 1890. Bonn 1890.

IV. Jahresbericht der geographischen Gesellschaft zu Greifswald 1889/90. Greifswald 1891.

XXXVI. u. XXXVII. Bericht des Vereins für Naturkunde zu Kassel. Kassel 1891.

Digitized by Google

Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. VII, Heft 4. Danzig 1891.

Sitzungsberichte der physikal.-medicinischen Societät in Erlangen. Heft 23. 1891. München 1891.

18. und 19. Jahresbericht des westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst. Münster 1890 und 1891.

Berichte der bayerischen botanischen Gesellschaft. München 1891.

Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. IX, Heft 1. Kiel 1891.

Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 44. Wiesbaden 1891.

Journal und Proceedings of the royal Society of New South Wales. Vol. XXIV, Part I und II. Sydney 1890.

Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society 1890/91. Vol. 4, N. 4 u. 5. Manchester 1890/91.

Jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg 1890. Nürnberg 1891.

Societatum litterae 4, 9—12, 5, 1, 5—8.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. Anno 288 Ser. Quarta. Rendiconti Vol. VII fasc. 1—12. Sem. 1 u. 2. Roma 1891.

Jahrbuch des ungarischen Karpathen-Vereins. Jahrg. XVIII, 1891. Iglo 1891.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou 1890. Nr. 4. Moscou 1891.

Recueil des Mémoires et des travaux de la Société botanique du Grand Duché de Luxembourg No. XII 1887—1889. Luxembourg 1890.

Regenwaarnemingeu in Nederlandsch-Indie. 11. Jahrg. 1889. Batavia 1890.

The American Naturalist. Vol. XXV No. 290 u. 291. Philadelphia 1890/91.

Revista Argentina de Historia Natural. Tomo 1 Entr. 3, 4, 5. Buenos Aires 1891.

Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. Bd. XXVIII 1889, nebst VIII. Bericht der meteorologischen Commission. Brünn 1890.

Digitized by Google

Archives du Musée Teyler. Ser. II. Vol. III. fasc. 5 u. 6. Haarlem 1891.

Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle a. S. 1891. Halle 1891.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harward College. Vol. XVI No. 10. Cambridge 1891.

Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft. Bd. XVI, Heft 2. Frankfurt a. M. 1890.

Beiträge zur Statistik der Stadt Frankfurt a. M. Bd. V, Heft 5. Frankfurt a. M. 1890.

Sitzungsberichte der physik.-medicinischen Gesellschaft in Würzburg. Jahrg. 1890 1—10.

Leopoldina, Heft XXVI No. 23 u. 24, Heft XXVII No. 1 u. 2.

Dreizehnter Bericht des naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben und Neuburg. Augsburg 1890.

Verhandlungen der physiol. Gesellschaft zu Berlin. Jahrg. 1890/91 No. 1—4.

Mittheilungen aus dem naturwissenschaft. Verein für Neu-Vorpommern und Rügen. 22. Jahrg. Berlin 1891.

Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 43. Wiesbaden 1890.

Verhandlungen der K. K. geologischen Reichsanstalt 1890 No. 14—18. 1891 No. 1.

Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. Bd. 30. Wien 1890.

United States Geological Survey. Ninth annual Report 1887/88. Washington 1889.

Report of the U. S naval Observatory. Washington 1890.

North American fauna No. 3 u. 4. Washington 1890.

American Naturalist. Vol. XXIV No. 288 u. 289. Philadelphia, December 1890.

Journal of the New-York Microscopical Society. Vol. VII No. 1. New-York 1891.

Occasional papers of the California Academy of Sciences. No. I u. II. San Francisco 1890.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences. Vol. VIII, Part I. New-Haven 1890.

Digitized by Google

Memoirs of the Boston Society of natural History. Vol. IV No. VII, VIII, IX. Boston 1890.

Proceedings of the Boston Society of natural History. Vol. XXIV Part III u. IV. Boston 1890.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology. Vol. XX No. 4, 5, 6, 7. Cambridge 1890.

Annual Report of the Museum of comparative Zoology at Harward College. Cambridge 1890.

Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. III. Vol. IV No. 1, 2 u. 3. Manchester 1890.

Verhandelingen van het Bataafsch Genootschap te Rotterdam. II R. III, 3. Rotterdam 1890.

Programme de la Société Batave de philosophie expérimentale de Rotterdam 1890.

Norske Nordhavs-Expedition. XX Zoologi. Christiania 1891.

Atti della Reale Accademia dei Lincei. Rendiconti-Anno 1890. Vol. VI. fasc. 9—12. Roma 1890.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

+158

RECEIVED

JUN 20 1893

Marburg - Sitzungsberic

1892

Digitized by Google

Digitized by Google

RECEIVED
JUN 20 1893

Sitzungsberichte

der

Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Jahrgang 1892.

Marburg.
Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).
Sm 1893.

Digitized by Google

Digitized by Google

JUN 20 1893
4058

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 1. Januar—Februar 1892.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 13. Januar 1892 sprach Herr Prof. Dr. K. Fraenkel über Mikrophotographie, er schilderte die neueren Methoden und zeigte die entsprechenden Apparate.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 13. Januar 1892 legte Herr Prof. Feussner eine von ihm construirte und von dem hiesigen Universitäts-Mechaniker Engel ausgeführte stellbare Klemme vor und erläuterte die Bestimmung und den Gebrauch derselben. Ein Hauptmangel der in den physikalischen Laboratorien üblichen Stative und Halter besteht in der Schwierigkeit der genauen Einstellung. Dem abzuhelfen ist die vorgelegte Einrichtung bestimmt, bei welcher ein sogen. Bürettenhalter in drei aufeinander senkrechten Richtungen durch Schrauben, denen jedesmal Federn entgegenwirken, fein verstellbar gemacht ist.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 8. Februar 1892 berichtete Herr Prof. Strahl über die Ergebnisse von:

Untersuchungen über die Retina des Kaninchens und des Hasen,

welche er gemeinsam mit dem praktischen Arzt Herrn W. Grosskopff angestellt hat und über die letzterer demnächst weitere Mittheilungen machen wird.

Die Untersuchungen beabsichtigten, Genaueres über den Bau und etwaige Eigenthümlichkeiten der Retina genannter Thiere an denjenigen Stellen zu ermitteln, welche die bekannten dicken Bündel markhaltiger Nervenfasern enthalten.

Digitized by Google

Es hat sich dabei ergeben:

1. Die Stützsubstanz ist in ihrer Anordnung erheblich verändert; ein kernhaltiges Netzwerk derselben durchsetzt den gesammten dickeren Theil der Markstreifen. Starke Müller'sche Stützfasern sind zwischen die Nervenfaserbündel in regelmässige Längsreihen eingelagert. An der Glaskörperseite des Streifens findet sich über einer gefässhaltigen Hyaloidea (His) eine besondere Limitans interna.

2. An die Reihenstellung der Stützfasern schliesst sich eine ebensolche der Zellen des Ganglion nervi optici. Dieselben finden sich da, wo die von der inneren reticulären Substanz aus pinselförmig nach oben ausstrahlenden Müller'schen Stützfasern sich in eben diesen Pinsel auflösen. Auf dem Querschnitt durch den Markstreifen erscheint daher die Ganglienzellenschicht sehr stark reducirt.

3. Beim Hasen findet sich neben der Eintrittszelle des opticus eine Unterbrechung der Schichten.

4. Ob Eigenthümlichkeiten in der Anordnung der Stäbchen oder Zapfen vorgekommen ist noch zweifelhaft, aber wahrscheinlich. (Bei Gelegenheit dieser Untersuchungen wurde auch das Verhalten der Stäbchen und Zapfen bei im Dunkeln lebenden Thieren berücksichtigt; es wurden die bereits bekannten Formen nachuntersucht und einige neue hinzugefügt. Ueber die Ergebnisse wird anderweit berichtet.)

5. Beim neugeborenen Kaninchen ist der Markstreifen noch nicht vorhanden. Am vierten Tage nach der Geburt lassen sich stärkere Bündel von Nervenfasern bereits an der Stelle des späteren Streifens auffinden. Etwa am zwölften Tage fangen die Fasern an, markhaltig zu werden. Dies geschieht aber so, dass zunächst ein Mark ring angelegt wird, der nach allen Seiten annähernd gleichmässig ausgebildet ist. Aus diesem bilden sich dann die Markstreifen, indem die Seitentheile des Ringes stärker auswachsen und den oberen und unteren Abschnitt im Wachsthum zurücklassen. Beim vier Wochen alten Kaninchen sind die Streifen abgesehen von den Grössenverhältnissen fertig angelegt.

Digitized by Google

6. Die Reihenstellung der Müller'schen Stützfasern und der Ganglienzellen ist eine Secundärerscheinung.

Anm. Es wird eine Reihe von mikroskopischen Präparaten über den in Rede stehenden Gegenstand demonstriert. Ein Theil derselben ist der Art tingiert, dass Paraffinschnitte vor Auflösung des Paraffins mit Boraxcarmin oder wässriger Lösung von Methylenblau behandelt wurden. Die so gefärbten Schnitte bedürfen der Differenzierung mit salzsaurem resp. absolutem Alcohol nicht, sondern können nach dem Färben abgetrocknet werden; nach Festkleben auf dem Objectträger kann das Paraffin aufgelöst und das Präparat direct in Balsam eingeschlossen werden.

Ferner wird eine grössere Anzahl makroskopischer Präparate verschiedenster Art gezeigt, welche mit Haensell'scher Arsengelatine in kleine quadratische Glaskasten eingeschlossen sind; diese Montirung wird besonders neben embryologischen auch für kleine osteologische und vergleichend anatomische Vorlesungspräparate empfohlen.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 19. Februar 1892 sprach Herr Prof. Dr. Weber:

Ueber algebraisch auflösbare Gleichungen von Primzahlgrad.

Abel, dem die Theorie der algebraischen Gleichungen so vielfache Bereicherungen verdankt, der uns den Beweis von der Nichtauflösbarkeit der allgemeinen Gleichungen höherer Grade gegeben hat, ist bei diesem negativen Resultat nicht stehen geblieben. Er hat weiterhin die Frage aufgeworfen und zum Theil beantwortet, welches die Eigenschaften der höheren Gleichungen sein müssen, wenn sie auflösbar sein sollen, oder, was auf dasselbe hinaus kommt, welche algebraischen Ausdrücke einer Gleichung von vorgeschriebenem Grade genügen können.

Ein merkwürdiges auf die Gleichungen 5ten Grades bezügliches Resultat ist uns, jedoch ohne jeden Beweis, in einem Briefe von Abel an Crelle erhalten, wo die Form der Wurzeln aller auflösbaren Gleichungen 5ten Grades angegeben ist. Auf eine kleine Berichtigung dieser Formel komme ich weiter unten zurück. Diese Resultate sind von Kronecker verallgemeinert und mitgetheilt in den Sitzungsberichten der Berliner Akademie vom 10. Juni 1853. Aber auch da finden sich die Beweise nicht ausgeführt. In der Vorlesung, die ich in diesem Semester über

Digitized by Google

Algebra halte, habe ich für diese Sätze Beweise vorgetragen, die ich im Folgenden, noch etwas vereinfacht, mittheilen will.

§ 1.

Es sei n eine Primzahl und

(1) . . . . . $x_0, x_1, x_2 \ldots x_{n-1}$

seien die Wurzeln einer irreduciblen Gleichung

(2) . . . . . $f(x) = 0,$

deren Coëfficienten einem beliebigen Rationalitätsbereich R angehören. Es sei überdies festgesetzt, dass

$$x_s = x_{s'}$$

ist, wenn $s \equiv s' \pmod{n}$.

Unter den $\Pi(n)$ Vertauschungen der Grössen (1) giebt es eine Gruppe von Vertauschungen von Grade $n(n-1)$, die durch die Vertauschungen

(3) . . . . . $(z, az + b) \pmod{n}$

darstellbar ist, wo b jede der Zahlen $0, 1, \ldots, n-1$, a jede der Zahlen $1, 2, \ldots, n-1$ bedeuten kann. Diese Gruppe heisst die metacyklische Gruppe, und eine Function der Wurzeln (1), die durch die Substationen (3) ungeändert bleibt, eine metacyklische Function.

In der Gruppe (3) ist als Theiler die cyklische Gruppe

(4) . . . . . $(z, z + b)$

enthalten, und eine Function der Grössen (1), die durch (4) ungeändert bleibt, heisst eine cyklische Funktion.

Bezeichnen wir mit S und T die beiden einfachen Substitutionen

(5) . . . . $S = (z, z + 1),\ T = (z, gz),$

wenn g eine primitive Wurzel der Primzahl n ist, so ist die ganze Gruppe (3) darstellbar durch

(6) . . . . . $S^\mu T^\nu = (z, g^\nu z + b),$

oder auch durch

(7) . . . . $T^\nu S^\mu = (z, g^\nu z + g^\nu b).$

Wir stützen uns nun auf den Satz von Galois, dass, wenn

Digitized by Google

die Gleichung (2) algebraisch lösbar sein soll, ihre Gruppe in der metacyklischen Gruppe enthalten sein muss, und dass sie nicht reducibel werden kann, bevor sie durch Adjunction einer $n$ten Wurzel gelöst ist, dass sie also insbesondere noch nicht reducibel wird, wenn die cyklischen Functionen der Wurzeln dem Rationalitätsbereich adjungiert werden[1]).

Den ersten Theil des Galois'schen Satzes können wir auch so ausdrücken, dass, wenn (2) algebraisch lösbar ist, alle metacyklischen Funktionen dem Rationalitätsbereich angehören müssen.

Aus dem Satze von Galois folgt noch leicht, dass bei einer algebraisch lösbaren Gleichung alle Wurzeln rational durch zwei beliebige unter ihnen ausdrückbar sind, und daraus für den Fall, dass der Rationalitätsbereich nur reelle Grössen umfasst, wenn er z. B. aus den rationalen Zahlen besteht, dass eine algebraisch lösbare Gleichung entweder lauter reelle oder eine reelle und $n-1$ imaginäre Wurzeln haben muss; denn aus der Realität von zweien folgt die Realität aller übrigen. Kann man also eine Gleichung 5ten Grades nachweisen, die drei reelle und zwei imaginäre Wurzeln hat und zugleich irreducibel ist, so kann diese nicht algebraisch lösbar sein und die Unmöglichkeit der algebraischen Lösung aller Gleichungen 5ten Grades ist dadurch nachgewiesen.

Solche Gleichungen lassen sich aber sehr leicht in beliebiger Menge bilden. Ich führe nur das Beispiel an

$$x^5 - 5x + 1 = 0.$$

§ 2.

Im Folgenden sind die sogenannten Lagrange'schen Resolventen

$$(1) \quad \ldots (\alpha, x) = x_0 + \alpha x_1 + \alpha^2 x_2 + \ldots \alpha^{n-1} x_{n-1}$$

1) Vgl. z. B. Serret, cours d'algèbre supérieure.

Digitized by Google

worin α eine primitive $n$te Einheitswurzel bedeutet, wichtig. Aus diesen lassen sich die Wurzeln $x_0, x_1, \ldots, x_{n-1}$ selbst leicht zusammensetzen; denn es ist, wenn mit a die Summe der Wurzeln, also eine rationale Grösse bezeichnet wird

$$(2) \quad \ldots \quad n x_k = a + \Sigma^{\alpha} \alpha^{-k} (\alpha, x),$$

worin sich die Summe auf alle $n-1$ primitiven $n$te Einheitswurzeln α erstreckt. Um aber die Rolle, die die Einheitswurzeln in diesen Ausdrücken spielen, deutlich zu erkennen, und um vor allen Dingen von jeder beschränkenden Voraussetzung über die Beziehung der Einheitswurzeln zum Rationalitätsbereich frei zu sein, müssen wir die Betrachtung etwas anders fassen.

Wir bezeichnen mit M oder $M(t)$ die Function der Variablen t

$$(3) \quad \ldots \quad M(t) = 1 + t + t^2 + \ldots + t^{n-1} = \frac{t^n - 1}{t - 1},$$

so dass $M(t)$ dann und nur dann verschwindet, wenn für t eine primitive $n$te Einheitswurzel α, α^2, α^3, .., α^{n-1} gesetzt wird.

Wir nennen zwei ganze Functionen von t, $\varphi(t)$ und $\psi(t)$ congruent nach dem Modul M und schreiben

$$\varphi(t) \equiv \psi(t) \pmod{M}$$

wenn die Differenz $\varphi(t) - \psi(t)$ durch M theilbar ist. Die Coëfficienten von $\varphi(t)$, $\psi(t)$ können dabei irgend welche sein.

Ueber diese Congruenzen gelten folgende Sätze:

1) Jede ganze rationale Function $\varphi(t)$ ist congruent mit einer und auch nur mit einer Function der Form

$$A_0 + A_1 t + A_2 t + \ldots + A_{n-2} t^{n-2}$$

oder auch

$$A_1 t + A_2 t^2 + A^n t^n + \ldots + A_{n-1} t^{n-1}.$$

2) Zwei Congruenzen modulo M lassen sich wie Gleichungen addieren, subtrahieren und multiplicieren.

3) Eine Congruenz bleibt richtig, wenn t durch t^a ersetzt wird, wenn a eine beliebige durch n nicht theilbare ganze Zahl ist. Denn

Digitized by Google

$$M(t^s) = 1 + t^s + t^{2s} + .. + t^{(n-1)s}$$

ist durch $M(t)$ theilbar, da es für alle Werthe verschwindet, für die $M(t)$ verschwindet.

4) Da $t^n \equiv 1 \pmod{M}$ ist, so können in jeder Congruenz die Exponenten von t auf ihren kleinsten Rest nach n reduciert werden, und in diesem Sinne sind auch negative Potenzen von t zulässig.

5) Ist $\varphi(t)$ relativ prim zu $M(t)$, so kann man nach dem Algoritmus des grössten gemeinschaftlichen Theilers zwei ganze rationale Functionen $P(t)$ und $Q(t)$ bestimmen, so dass

$$P(t)\varphi(t) + Q(t)M(t) = 1$$

oder

$$P(t)\varphi(t) \equiv 1 \pmod{M}$$

wird. Wir setzen dann

$$P(t) \equiv \frac{1}{\varphi(t)} \pmod{M},$$

und können unter dieser Voraussetzung die Congruenzen auch dividieren, aber nur durch solche Functionen, die zu $M(t)$ theilerfremd sind.

6) Eine Congruenz geht in eine Gleichung über, wenn für t eine primitive $n$te Einheitswurzel gesetzt wird.

§ 3.

Ich bezeichne nun mit Jacobi durch (t, x) den Ausdruck

$$(1) \quad (t, x) = x_0 + t x_1 + t^2 x_2 + .. + t^{n-1} x_{n-1} = \sum_{0, n-1}^{h} t^h x_h ,$$

und setze zunächst voraus, dass er relativ prim zu M sei, d. h. dass (α, x) für keine der primitiven $n$ten Einheitswurzeln α verschwinde. Wir werden uns am Schlusse von dieser Voraussetzung frei machen.

Wir wollen die Aenderungen feststellen, die (t, x) durch Anwendung der Substitutionen S, T erfährt und bezeichnen den Werth, in den eine Function durch Anwendung

Digitized by Google

einer Substitution übergeht, durch Vorsetzen des Zeichens für diese Substitution, so dass $S(t, x)$ oder $T(t, x)$ die Functionen bedeuten, in die (t, x) durch Anwendung von S oder T übergeht.

Es ist also

$$S(t,x) = x_1 + t\,x_2 + \ldots + t^{n-1} x_0 = t^{-1}(t,x) + (t^n - 1)\,x_0 ,$$

also

(2) . . . . $S(t,x) \equiv t^{-1}(t,x) \pmod M$,

Es ist ferner

$$T(t,x) = x_0 + \sum_{1,n}^{h} t^h\, x_{g^h} .$$

Diese Summe ändert sich nicht in Bezug auf den Modul M, wenn h irgend ein System modulo n incongruenter und durch n nicht theilbarer Zahlen durchläuft (§ 2. 4)), und also auch nicht, wenn unter dem Summenzeichen h durch $g^{-1}h$ ersetzt wird. Es ist also

(3) . . . . $T(t,x) \equiv (t^{g^{-1}}, x) \pmod M$

und daher allgemein

(4) . . . . $S^\sigma T^\tau (t,x) \equiv t^{-\sigma}(t^{g^{-\tau}}, x) \pmod M$.

Aus (2) ergiebt sich zunächst der Satz:

I. Ein Product

(5) . . . $(t^a, x)^{a_1} (t^b, x)^{b_1} (t^c, x)^{c_1} \ldots$

in dem $a, a_1; b, b_1; c, c_1 \ldots$ ganze Zahlen sind, die der Bedingung

(6) . $a a_1 + b b_1 + c c_1 + \ldots \equiv 0 \pmod n$

genügen, ist nach § 2. 1) einer Function

(7) . . $C_1 t + C_2 t^2 + \ldots + C_{n-1} t^{n-1}$

congruent, in der die $C_1, C_2, \ldots, C_{n-1}$ cyklische Functionen der x sind. Nach § 2. 5) können unter den Zahlen $a, a_1; b, b_1, \ldots$ auch negative vorkommen.

Nach diesem Satz ist, wenn m eine durch n nicht theilbare Zahl, g wie oben eine primitive Wurzel von n bedeutet

(8) . . . $(t^{m^g}, x)\,(t^m, x)^{-g} \equiv f(t) \pmod M$,

Digitized by Google

worin $f(t)$ eine Function von der Form (7) (mit cyklischen Coëfficienten) bedeutet.

Aus (3) folgt aber

(9) . . . . $T^{-1} f(t) \equiv f(t^g) \pmod M$

oder allgemein

(10) . . . $T^{-h} f(t) \equiv f(t^{g^h}) \pmod M$

Wir setzen nun zur Abkürzung

(11) . . . $f_h \equiv f(t^{g^h}),\ h = 0, 1, .., n-2,$

wobei der Index h nach dem Modul $n-1$ genommen werden kann, und betrachten irgend eine Function

(12) . . . . . $C(f_0, f_1, .., f_{n-2}),$

die wir als cyklisch in Bezug auf f_h voraussetzen, d. h. die die Bedingung erfüllt

$$C(f_0, f_1, .., f_{n-2}) \equiv C(f_1, f_2, .., f_0) \pmod M.$$

Nun ist nach (9)

$$T^{-1} f_h = f_{h+1}$$

und folglich bleibt die Function C ungeändert durch die Substitutionen T und folglich durch die ganze metacyklische Gruppe. Es ist daher

(13) $C \equiv m_1 t + m_2 t^2 + .. + m_{n-1} t^{n-1} \pmod M$

worin die $m_1, m_2, .., m_{n-1}$ metacyklische Functionen der x, also nach unserer Voraussetzung rationale Grössen sind.

Nehmen wir aber an, dass in den Coëfficienten der Potenzen und Producte der f in C die Variable t nicht vorkommt, dann bleibt nach (9) C nach dem Modul M ungeändert durch die Vertauschung

$$(t, t^g),$$

also auch durch die Vertauschung

$$(t, t^b),$$

wenn b eine beliebige durch n nicht theilbare ganze Zahl ist. Beachten wir nun, dass nach § 2. 4)

$$t^s + t^{gs} + .. + t^{(n-1)s} \equiv -1 \pmod M,$$

Digitized by Google

so ergiebt sich, wenn wir in (13) t durch $t, t^2, t^3, .. t^{n-1}$ ersetzen und alle so erhaltenen Congruenzen addieren

$$n\,C \equiv -m_1 - m_2 - .. - m_{n-1} \pmod M,$$

oder

$$(14) \quad . \quad . \quad . \quad C(f_0, f_1, .. f_{n-2}) \equiv A \pmod M,$$

worin A eine (von t unabhängige) rationale Grösse ist. ($n\,A = -m_1 - m_2 - .. - m_{n-1}$). Also

II. Eine cyklische Function der Functionen $f_0, f_1, .., f_{n-2}$ ist einer von t unabhängigen rationalen Grösse modulo M congruent.

Machen wir mehrmals nach einander in (8) die Substitution (t, t^g), so erhalten wir die Congruenzen

$$(15) \quad . \quad \begin{array}{l} (t^{m_g}, x)\,(t^m, x)^{-g} \equiv f_0 \\ (t^{m_{g^2}}, x)\,(t^{m_g}, x)^{-g} \equiv f_1 \\ \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \\ (t^{m_{g^{n-1}}}, x)\,(t^{m_{g^{n-2}}}, x)^{-g} \equiv f_{n-2}. \end{array} \pmod M$$

Erheben wir beide Seiten dieser Congruenzen der Reihe nach zu Potenzen mit den Exponenten

$$g^{n-1}, g^{n-2}, g^{n-3}, .., g,$$

und multiplicieren sie, so heben sich in dem Product linker Hand alle Factoren mit Ausnahme von

$$(t^m, x)^{-g^n}\ (t^{m_{g^{n-1}}}, x)^g$$

heraus und es folgt, da $g^{n-1} \equiv 1 \pmod n$, also

$$(t^{m_{g^{n-1}}}, x) \equiv (t^m, x)$$

ist:

$$(t^m, x)^{g-g^n} \equiv f_0^{g^{n-1}}\ f^{g^{n-2}} .. f_{n-2}^g,$$

oder

$$1 \equiv (t^m, x)^{g^n-g}\ f_0^{g^{n-1}}\ f^{g^{n-2}} .. f_{n-2}^g,$$

oder wenn wir mit $(t, x)^n$ multiplicieren

$$(16) \quad (t, x)^n \equiv \left[(t^m, x)^{\frac{g^n-g}{n}}\,(t, x)\right]^n f_0^{g^{n-1}}\ f^{g^{n-2}} .. f_{n-2}^g \pmod M.$$

Digitized by Google

Es ist nun $g^n - g$ stets durch n theilbar; wir können aber g immer so wählen, dass $g^n - g$ nicht durch n^2 theilbar ist, und dann können wir die bis jetzt noch ganz willkürliche Zahl m aus der Congruenz

$$(17) \quad \ldots \quad m\frac{g^n-g}{n} \equiv -1 \pmod{n}$$

bestimmen.

Dann ist die Grösse

$$(18) \quad \ldots \quad F(t) \equiv (t^m, x)^{\frac{g^n-g}{n}} (t, x) \pmod{M}$$

nach I congruent mit einer rationalen Function von t, deren Coëfficienten cyklische Funktionen der x sind, und es ist nach (3)

$$T^{-1} F(t) \equiv F(t^g)$$

so dass, wenn wir

$$(19) \quad \ldots \quad F_h \equiv F(t^{g^h})$$

setzen, die Functionen $F_0, F_1, F_2, \ldots, F_{n-2}$ die im Satz II bewiesene Eigenschaft der Functionen $f_0, f_1, \ldots, f_{n-2}$ haben.

Die Formel (16) lässt sich dann so schreiben

$$(20) \quad \ldots \quad (t, x)^n \equiv (F(t))^n f_0^{g^{n-1}} f_1^{g^{n-2}} \ldots f_{n-2}^{g^n},$$

und in dieser Form bildet sie den Kernpunkt der folgenden Darstellung.

Wir leiten noch eine in der Folge nöthige Congruenz für die Function $F(t)$ her, indem wir nach (18)

$$F(t^g)\, F(t)^{-g} \equiv [(t^{mg}, x)\, (t^m, x)^{-g}]^{\frac{g^n-g}{n}} (t^g, x)\, (t, x)^{-g}$$

bilden. Der in der eckigen Klammer stehende Factor ist nach (8) gleich f_0, und es ist ferner, wenn

$$(21) \quad \ldots \quad m \equiv g^{-\mu} \pmod{n}$$

gesetzt wird

$$(t^g, x)\, (t, x)^{-g} \equiv f(t^{g^\mu}) \equiv f_\mu \pmod{M}.$$

Digitized by Google

Also erhalten wir die Relation

$$(22) \quad . \quad . \quad F(t^g)\,F(t)^{-g} \equiv f_0^{\frac{g^n-g}{n}}\, f_\mu \pmod{M}.$$

§ 4.

Es muss nun nachgewiesen werden, dass unter den Functionen $f_0, f_1, \ldots, f_{n-2}$ nicht zwei nach dem Modul M congruente vorkommen.

Angenommen, es wäre $f_0 \equiv f_\varepsilon$, und e die kleinste positive Zahl, wofür diese Congruenz besteht, so ergiebt sich aus § 3 (11)

$$(1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad f_0 \equiv f_e \equiv f_{2e} \equiv f_{3e} \ldots\ldots \pmod{M}$$

woraus folgt, dass e ein Theiler von $n-1$ sein muss, da sonst, wenn ε der Rest von $n-1$ bei der Theilung durch e, also $\varepsilon < e$ wäre, auch $f_0 \equiv f_\varepsilon$ sein müsste. Wir setzen $n-1 = he$ und wenden nun auf (1) wiederholt die Substitution (t, t^g) an. Dann erhalten wir

$$(2) \quad . \quad . \quad . \quad \begin{array}{l} f_0 \equiv f_e \equiv f_{2e} \ldots \equiv f_{(h-1)e} \\ f_1 \equiv f_{e+1} \equiv f_{2e+1} \ldots \equiv f_{(h-1)e+1} \\ \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \\ f_{e-1} \equiv f_{2e-1} \equiv f_{3e-1} \ldots \equiv f_{he-1} \end{array} \pmod{M}.$$

Nun zerfällt das in (20) § 3 vorkommende Product in folgende Theilproducte

$$f_k^{g^{n-k-1}}\, f_{k+e}^{g^{n-k-e-1}} \ldots f_{k+(h-1)e}^{g^{n-k-(h-1)e-1}} \qquad k = 0, 1, \ldots e-1$$

und wegen (2) ist dies Theilproduct congruent mit

$$f_k^{n\lambda}$$

wenn

$$n\lambda = g^{n-k-1}\,(1 + g^{-e} + g^{-2e} \ldots + g^{-(h-1)e}) = g^{n-k-1}\,\frac{1-g^{-(n-1)}}{1-g^{-e}}.$$

Da nun $g^{-(n-1)} \equiv 1 \pmod{n}$, $1-g^{-e}$ aber, wenn $0 < e < n-1$ ist, nicht durch n theilbar ist, so ist $n\lambda$ eine durch n theilbare ganze Zahl, und es nimmt (19) die Form an

Digitized by Google

(3) . . . . $(t, x)^n \equiv \Phi(t)^n \pmod{M}$

worin $\Phi(t)$ eine rationale Function von t ist, deren Coëfficienten cyklische Functionen von $x_0, x_1, .., x_{n-1}$ sind.

Adjungieren wir nun die cyklischen Functionen dem Rationalitätsbereich, und setzen in (3) für t irgend eine $n$te Einheitswurzel, wodurch die Congruenz in eine Gleichung übergeht, so kann die $n$te Wurzel ausgezogen werden und es lassen sich alle Grössen (α, x) und also auch x_0 selbst rational durch $n$te Einheitswurzeln ausdrücken.

Die $n$ten Einheitswurzeln genügen aber einer rationalen Gleichung vom Grade n—1 und es würde daher auch x_0 (nach Adjunction der cyklischen Functionen) einer Gleichung von niedrigerem als dem $n$ten Grade genügen, d. h. $f(x)$ würde durch diese Adjunction reducibel werden, was dem in § 1 angeführten Galois'schen Satze widerspricht.

Daher sind die Functionen $f_0, f_1, .., f_{n-2}$ modulo M incongruent.

§ 5.

Wir wenden nun den Satz II § 3, wonach eine cyklische Function der Grössen $f_0, f_1, .., f_{n-2}$ einer von t unabhängigen rationalen Grösse congruent ist, auf das Product

$$(s-f_0)(s-f_1)..(s-f_{n-2}) = \Pi(s-f_i)$$

an, worin s eine unbestimmte Variable bedeutet, oder vielmehr auf die Coëfficienten der einzelnen Potenzen von s in der Entwicklung dieses Products. Es ergiebt sich so

(1) $\Pi(s-f_i) \equiv \psi(s) = s^{n-1} + a_1 s^{n-2} + a_2 s^{n-3} + .. + a_{n-2} \pmod{M}$

worin die Coëfficienten $a_1, a_2, .., a_{n-1}$ Grössen des Rationalitätsbereiches sind.

Die Function $\psi(s)$ zerlegen wir in ihre linearen Factoren

(2) . . . $\psi(s) = (s-k_0)(s-k_1)..(s-k_{k-2})$,

so dass die $k_0, k_1, .., k_{n-2}$ Wurzeln einer rationalen Gleichung n—1ten Grades sind. Jede symmetrische Function der Grössen

Digitized by Google

$f_0, f_1, .., f_{n-2}$ kann rational ausgedrückt werden durch die symmetrischen Grundfunctionen

$$\Sigma f_0,\ \Sigma f_0 f_1,\ \Sigma f_0 f_1 f_2, \ldots,$$

die wegen (1) und (2) congruent sind mit

$$\Sigma k_0,\ \Sigma k_0 k_1,\ \Sigma k_0 k_1 k_2, \ldots,$$

und daraus folgt, dass jede symmetrische Function der $f_0, f_1, .., f_{n-2}$ nach dem Modul M einer Zahl congruent ist, die man erhält, wenn man f_i durch k_i ersetzt, also, wenn man dies auf das symmetrische Differenzproduct (Discriminante) anwendet

$$\Sigma (f_i - f_k)^2 \equiv \Sigma (k_i - k_k)^2 \pmod{M},$$

woraus nach dem Satze des vorigen Paragraphen zu schliessen ist, dass die Grössen $k_0, k_1 .. k_{n-2}$ alle von einander verschieden sind.

Setzen wir in der Congruenz (1) eine primitive $n$te Einheitswurzel α für t, so wird die Congruenz eine Gleichung, und daraus folgt, dass durch diese Substitution $f_0, f_1, .., f_{n-2}$ in $k_0, k_1, .., k_{n-2}$ übergehen. Wir nehmen die Indices der letzteren Grössen so gewählt an, dass

$$(3) \quad . \quad . f_0(\alpha) = k_0,\ f_1(\alpha) = k_1, \ldots, f_{n-2}(\alpha) = k_{n-2}.$$

Machen wir also in einer cyklischen Function der $f_0, f_1, .., f_{n-2}$ die Substitution $t = \alpha$, so folgt aus II, § 3, dass jede cyklische Function der Grössen $k_0, k_1, .., k_{n-2}$ rational bekannt ist, oder mit anderen Worten, die Gleichung

$$(4) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \psi(s) = 0,$$

deren Wurzeln die $k_0, k_1, .., k_{n-2}$ sind, ist eine reguläre Abel'sche Gleichung $n-1$ten Grades.

Wir betrachten nun die Funktion $F(t)$, die, wie oben bewiesen, der Bedingung

$$T^{-1} F(t) = F(t^g) \pmod{M}$$

genügt. Die Summe (§ 3. (19))

$$\Pi (s - f_i) \left\{ \frac{F_0}{s - f_0} + \frac{F_1}{s - f_1} + \ldots + \frac{F_{n-2}}{s - f_{n-2}} \right\}$$

Digitized by Google

bleibt durch die Substitutionen S, T, (t, t^g) ungeändert nach dem Modul M, und ist daher (§ 3, II) mit einer ganzen rationalen Function $n-2$ ten Grades von s mit rationalen, von t unabhängigen Coëfficienten, $\chi(s)$ congruent.

Setzt man in der so gewonnenen Congruenz $t = \alpha$, und bezeichnet die Werthe der Functionen $F_0, F_1, .., F_{n-2}$ für $t = \alpha$ mit $K_0, K_1, .., K_{n-2}$, so ergiebt sich

$$(5) \qquad \psi(s)\left(\frac{K_0}{s-k_0} + \frac{K_1}{s-k_1} + .. + \frac{K_{n-2}}{s-k_{n-2}}\right) = \chi(s),$$

und wenn man $s = k_0, k_1, .., k_{n-2}$ setzt

$$K_0 = \frac{\chi(k_0)}{\psi'(k_0)}, \; K_1 = \frac{\chi(k_1)}{\psi'(k_1)}, \; .., \; K_{n-2} = \frac{\chi(k_{n-2})}{\psi'(k_{n-2})}$$

d. h. es kann

$$(6) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \qquad K_i = \Phi(k_i)$$

als rationale Function von k_i dargestellt werden.

Dieselbe Schlussweise ist anwendbar auf jede Function $\Psi(t)$, die den beiden Bedingungen

$$(7) \quad . \; . \; . \qquad S\Psi(t) = \Psi(t), \; T^{-1}\Psi(t) = \Psi(t^g)$$

genügt, so dass geschlossen werden kann

$$(8) \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \qquad \Psi(\alpha^{g^h}) = \chi(k_h),$$

wenn χ eine rationale Function bedeutet.

Endlich ergiebt sich aus § 3 (22), (8), wenn $t = \alpha^{g^\nu}$ gesetzt wird

$$(9) \quad . \; . \; . \; . \qquad K_{\nu+1} K_\nu^{-g} = k_{\nu+\mu} k_\nu^{\frac{g^n - g}{n}},$$

$$(10) \quad . \; . \; . \; . \qquad k_{\nu+\mu} = (\alpha^{g^{\nu+1}}, x)\,(\alpha^{g^\nu}, x)^{-g}$$

wenn nach § 3 (17), (21) μ so bestimmt wird, dass

$$\frac{g^{n-\mu} - g^{-\mu}}{n} \equiv -1 \pmod{n}.$$

Digitized by Google

§ 6.

Wenn wir nun in der Congruenz (20) § 3, nachdem $t = \alpha^{g^\nu}$ gesetzt, also aus der Congruenz eine Gleichung geworden ist, die $n$te Wurzel ausziehen, so ergiebt sich, wenn die ε_ν $n$te Einheitswurzeln sind

$$(1) \quad (\alpha^{g^\nu}, x) = \varepsilon_\nu K_\nu \sqrt[n]{k_\nu}^{g^{n-1}} \sqrt[n]{k_{\nu+1}}^{g^{n-2}} \cdot\cdot \sqrt[n]{k_{\nu+n-2}}^{g},$$

so dass in allen diesen Ausdrücken nur die $n-1$ Wurzelgrössen

$$(2) \quad \ldots \quad \sqrt[n]{k_0}, \sqrt[n]{k_1}, \sqrt[n]{k_2}, \ldots, \sqrt[n]{k_{n-2}}.$$

vorkommen, die wir in irgend einer Weise bestimmt annehmen können.

Um die Einheitswurzeln ε_ν näher zu bestimmen, bilden wir aus (1)

$$(\alpha^{g^{\nu+1}}, x)\,(\alpha^{g^\nu}, x)^{-g} = \varepsilon_{\nu+1}\,\varepsilon_\nu^{-g}\,K_{\nu+1}\,K_\nu^{-g}\,k_\nu^{\frac{g-g^n}{n}},$$

woraus sich mit Hilfe von (9) und (10) des vorigen Paragraphen

$$\varepsilon_{\nu+1} = \varepsilon_\nu^g$$

ergiebt. Wenn wir also $\varepsilon_0 = 1$ annehmen, so werden auch alle übrigen $\varepsilon_\nu = 1$ und die Formel (1) wird

$$(3) \quad (\alpha^{g^\nu}, x) = K_\nu \sqrt[n]{k_\nu}^{g^{n-1}} \sqrt[n]{k_{\nu+1}}^{g^{n-2}} \cdot\cdot \sqrt[n]{k_{\nu+n-2}}^{g}.$$

Diese Form hat Kronecker den Ausdrücken (α, x) gegeben, aus denen nach § 2 (2) die $x_0, x_1, \ldots, x_{n-1}$ bestimmt sind.

Das Wesentliche in den Ausdrücken (3) ist folgendes:

1) Die Grössen $k_0, k_1, \ldots, k_{n-2}$ sind die von einander verschiedenen Wurzeln einer Abelschen Gleichung $n-1$ten Grades, oder die cyklischen Functionen von $k_0, k_1 \ldots k_{n-2}$ sind rational bekannt.

2) K_ν ist eine rationale Function von k_ν und zwar dieselbe Function für alle ν. Sie kann als eine ganze rationale Function vom $n-2$ten Grade höchstens angenommen werden.

Digitized by Google

Der Ausdruck (3) enthält trotz seiner Mehrdeutigkeit nicht mehr verschiedene Werthe als nöthig ist. Denn erklären wir eine der $n$ten Wurzeln, z. B. $\sqrt[n]{k_s}$ anders, indem wir $\alpha\sqrt[n]{k_s}$ an Stelle von $\sqrt[n]{k_s}$ setzen, so geht nach (3) (α^{s^ν}, x) über in $\alpha^{s^\nu - s}\,(\alpha^{s^\nu}, x)$, hat also nach § 3 (2) denselben Frfolg wie die Substitution S^{-s^s}, d. h. einer cyklischen Vertauschung der $x_0, x_1 \ldots, x_{n-2}$.

Wenn wir ferner eine cyklische Vertauschung der Grössen $k_0, k_1, \ldots, k_{n-2}$ ausführen, also in (3) ν in $\nu+1$ verwandeln, so geht (α^{s^ν}, x) in $(\alpha^{s^{\nu-1}}, x)$ über. Es hat also nach § 3 (3) diese Vertauschung denselben Erfolg wie T^{-1}.

Damit ist auch zugleich nachgewiesen, dass die aus (3) abgeleiteten Werthe von x, wenn die k_ν, K_ν nur die beiden Bedingungen 1) 2) erfüllen, wirklich die Wurzeln einer Gleichung $n$ten Grades mit rationalen Coëfficienten sind.

Denn betrachten wir irgend eine metacyklische (also beispielsweise eine symmetsische) Function der aus (3) unter den Voraussetzungen 1) 2) abgeleiteten Werthen von $x_0, x_1, \ldots, x_{n-1}$) so enthält eine solche Function, wenn sie nach Potenzen und Producten der $\sqrt[n]{k_\nu}$ geordnet ist, die Grössen k_ν nur noch rational, weil sie durch die Vertauschungen $(\sqrt[n]{k_\nu}, \alpha\sqrt[n]{k_\nu})$ ungeändert bleibt, und sie ist überhaupt rational, weil sie auch durch die cyklischen Vertauschungen $(k_0, k_1, \ldots, k_{n-2})$ ungeändert bleibt.

§ 7.

Wir wollen uns nun von der Voraussetzung befreien, die wir bisher gemacht haben, dass die sämmtlichen Grössen (α, x) von Null verschieden seien. Wir halten zunächst noch an dieser Annahme fest, und wählen eine beliebige rationale Function $y = \varphi(x)$ von x, die wir ganz und als vom $n-1$ten Grad, höchstens, voraussetzen können. Die n Grössen

(1) $\quad y_0 = \varphi(x_0),\ y_1 = \varphi(x),\ \ldots,\ y_{n-1} = \varphi(x_{n-1})$

Digitized by Google

sind dann, ebenso wie die $x_0, x_1, .., x_{n-1}$, die Wurzeln einer Gleichung $n$ten Grades, und wenn wir die $y_0, y_1, .., y_{n-1}$ als von einander verschieden voraussetzen, so können auch die x_i rational durch die y_i in der Form

(2) . $x_0 = \psi(y_0), x_1 = \psi(y_1), .., x_{n-1} = \psi(y_{n-1})$

ausgedrückt werden.

Das Product

(3) . . . . $(t, y)(t, x)^{-1} \equiv \Psi(t) \pmod{M}$

hat nun, wie aus § 3 hervorgeht, die Eigenschaften (7) § 5

$$S\Psi(t) = \Psi(t), \quad T^{-1}\Psi(t) = \Psi(t^g),$$

und daher haben wir, wenn χ eine rationale Function bedeutet, nach § 5 (8)

(4) . . . . . $(\alpha^{g^\nu}, y) = \chi(k_\nu)(\alpha^{g^\nu}, x).$

Es bleibt also auch für die (α^{g^ν}, y) die Form (3) § 6 bestehen, nur dass an Stelle der K_ν andere Functionen von derselben Beschaffenheit treten. In Bezug auf die y ist aber nicht die Voraussetzung gemacht, dass die (α, y) alle von Null verschieden sind. Es kommt also jetzt nur noch darauf an, zu zeigen, dass, wenn die $y_0, y_1, .., y_{n-1}$ irgendwie als von einander verschiedene Wurzeln einer Gleichung $n$ten Grades gegeben sind, man die rationale Function $\psi(y)$ so bestimmen kann, dass die Ausdrücke (2) von einander verschieden werden und dass die (α, x) alle von Null verschieden sind.

Um dies einzusehen, bedenken wir, dass für ein bestimmtes α die Grösse

$$(\alpha, y), (\alpha, y^2), .., (\alpha, y^{n-1})$$

nicht alle zugleich verschwinden können, weil sonst die Determinante des Systems linearer Gleichungen

$$\begin{array}{l} 1 + \alpha + \alpha^2 + .. + \alpha^{n-1} = 0 \\ y_0 + y_1\alpha + y_2\alpha^2 + .. + y_{n-1}\alpha^{n-1} = 0 \\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ y_0^{n-1} + y_1^{n-1}\alpha + y_2^{n-1}\alpha^2 + .. + y_{n-1}^{n-1}\alpha^{n-1} = 0, \end{array}$$

die bekanntlich gleich dem Product der Differenzen $y_i - y_k$ ist, verschwinden müsste. Setzen wir also

$$\psi(y) = a_0 + a_1 y + .. a_{n-1} y^{n-1}$$

Digitized by Google

so kann $(\alpha, \psi(y))$ nicht identisch für alle α verschwinden, und man hat dann, damit die sämmtlichen $(\alpha, \psi(y))$ von Null verschieden, und die $\psi(y_i)$ von einander verschieden ausfallen, die a_i rational so zu wählen, dass sie einer endlichen Anzahl linearer Gleichungen nicht genügen. Dies aber ist stets möglich.

§ 8.

Durch die Formel (3) des § 6 ist nun die Aufgabe, alle algebraisch lösbaren Gleichungen von Primzahlgrad zu finden, zwar noch nicht vollständig gelöst, aber auf die andere zurückgeführt, die Wurzeln Abelscher Gleichungen vom Grade $n-1$ zu finden. Diese letztere Aufgabe soll hier nun noch für den Fall $n=5$ durchgeführt und dadurch alle auflösbaren Gleichungen 5ten Grades bestimmt werden.

Es sind also zunächst die vier Grössen k_0, k_1, k_2, k_3 von einander verschieden so zu bestimmen, dass ihre cyklischen Functionen dem Rationalitätsbereich angehören. Wir machen dabei über den Rationalitätsbereich vorläufig noch gar keine specielle Voraussetzung. Als Grundlage dient uns dabei die Function

(1) . . . . . $w = (k_0 - k_2)(k_1 - k_3)$

die nicht Null ist, und durch die cyklische Vertauschung (0, 1, 2, 3) ihr Zeichen ändert. Ihr Quadrat ist also gleich einer rationalen Grösse, die wir mit $16c$ bezeichnen; also

(2) . . . . . $w = 4\sqrt{c}$.

Nun sind die beiden Functionen $(k_0-k_2)^2 + (k_1-k_3)^2$ $((k_0-k_2)^2 - (k_1-k_3)^2) : w$ als cyklische Functionen rational, und wenn also a, b rationale Grössen sind, so ergiebt sich

(3) . . . $\begin{aligned} (k_0-k_2)^2 + (k_1-k_3)^2 &= 8b, \\ (k_0-k_2)^2 - (k_1-k_3)^2 &= 8a\sqrt{c}, \end{aligned}$

und zwischen a, b, c erhält man noch die Relation

(4) . . . . . $b^2 = c(1 + a^2)$.

Digitized by Google

Wir erhalten hieraus

$$(5) \quad \begin{aligned} k_0 - k_2 &= 2\sqrt{b + a\sqrt{c}} \\ k_1 - k_3 &= 2\sqrt{b - a\sqrt{c}} \end{aligned}$$

Nun ist ferner $k_0 + k_2 + k_1 + k_3$ und $(k_0 + k_2 - k_1 - k_3) : w$ rational, und wenn also m, n wieder rationale Grössen bedeuten

$$\begin{aligned} k_0 + k_2 + k_1 + k_3 &= 4n \\ k_0 + k_2 - k_1 - k_3 &= 4m\sqrt{c} \end{aligned}$$

also

$$(6) \quad \begin{aligned} k_0 + k_2 &= 2n + 2m\sqrt{c} \\ k_1 + k_3 &= 2n - 2m\sqrt{c} \end{aligned}$$

woraus mittels 5 folgt

$$(7) \quad \begin{aligned} k_0 &= n + m\sqrt{c} + \sqrt{b + a\sqrt{c}} \\ k_1 &= n - m\sqrt{c} + \sqrt{b - a\sqrt{c}} \\ k_2 &= n + m\sqrt{c} - \sqrt{b + a\sqrt{c}} \\ k_3 &= n - m\sqrt{c} - \sqrt{b - a\sqrt{c}} \end{aligned}$$

Zwischen den drei hier vorkommenden Quadratwurzeln

$$(8) \quad r = \sqrt{c},\ \varrho = \sqrt{b + a\sqrt{c}},\ \varrho' = \sqrt{b - a\sqrt{c}}$$

besteht nach (2) und (5) die durch (4) zu verificierende Beziehung

$$(9) \quad \varrho\varrho' = r$$

so dass durch zwei Vorzeichen das dritte bestimmt ist. Eine Aenderung in den zwei willkürlichen Vorzeichen hat eine cyklische Vertauschung der (k_0, k_1, k_2, k_3) zur Folge; die Vertauschung von r, ϱ, ϱ' mit $-r, \varrho', -\varrho$ ist gleichbedeutend mit der cyklischen Permutation (0, 1, 2, 3). Die Vertauschung von r, ϱ, ϱ' mit $r, -\varrho, -\varrho'$ entspricht der Permutation (0, 2) (1, 3) und endlich r, ϱ, ϱ' mit $-r, -\varrho', \varrho$ der Vertauschung (0, 3, 2, 1).

Es ist leicht, aus (7) die biquadratische Gleichung zu bilden, deren Wurzeln die Grössen k sind. Führen wir $k - n = x$ als Unbekannte ein, so lautet diese Gleichung

$$(10) \quad x^4 - 2(mc + b)x^2 - 2mca\,x + m^4c^2 - 2m^2cb - c = 0.$$

Digitized by Google

Aus den Gleichungen (7) kann man mit Hilfe von (4) eine der Grössen a, b, c eliminieren, wenn nicht $b = 0$ ist. Für diesen Fall muss aber $a = \pm i$ sein; er kann also nur dann eintreten, wenn i zum Rationalitätsbereich gehört. Lassen wir diesen Fall beiseite, so können wir, wenn h eine rationale Grösse ist, nach (4) setzen

$$(11) \quad \ldots \quad b = h(1 + a^2),\ c = h^2(1 + a^2)$$

und die Ausdrücke (7) erhalten die Gestalt (wenn m an die Stelle von mh gesetzt wird)

$$(12) \quad \begin{aligned} k_0 &= n + m\sqrt{1+a^2} + \sqrt{h(1 + a^2 + a\sqrt{1+a^2})} \\ k_1 &= n - m\sqrt{1+a^2} + \sqrt{h(1 + a^2 - a\sqrt{1+a^2})} \\ k_2 &= n + m\sqrt{1+a^2} - \sqrt{h(1 + a^2 - a\sqrt{1+a^2})} \\ k_3 &= n + m\sqrt{1+a^2} - \sqrt{h(1 + a^2 - a\sqrt{1+a^2})}. \end{aligned}$$

Abel giebt in der oben erwähnten Stelle diesen Ausdrücken eine etwas andere Form; dem ersten z. B.

$$k_0 = n + m\sqrt{1+e^2} + \sqrt{h(1 + e^2 + \sqrt{1+e^2})}.$$

Diese Form geht aus (12) hervor, wenn man $a = \frac{1}{e}$ setzt und dann h und m durch he^2 und me ersetzt. Die Abel'sche Form ist also nicht herstellbar in dem besonderen Fall $a = 0$, der in den Formeln (12) auch enthalten ist, in dem freilich die biquadratische Gleichung in zwei quadratische zerfällt.

Setzen wir diese Ausdrücke in § 5 (3) ein, und nehmen die Summe, so erhalten wir den allgemeinsten Ausdruck für die Lösung einer algebraisch lösbaren Gleichung 5ten Grades. Wir können $g = 2$ annehmen und die Exponenten der fünften Wurzeln auf ihre Reste nach dem Modul 5 reducieren.

$$(13) \quad 5x = A + \sum_{0,3}^{\nu} K_\nu \sqrt[5]{k_\nu}\ \sqrt[5]{k_{\nu+1}^2}\ \sqrt[5]{k_{\nu+2}^3}\ \sqrt[5]{k_{\nu+3}^4}$$

und die übrigen Wurzeln erhält man daraus, indem man die 5ten Wurzeln $\sqrt[5]{k_\nu}$ auf alle möglichen Arten bestimmt. A ist eine rationale Grösse und K_ν eine rationale Function dritten Grades von k_ν.

Digitized by Google

Die Form, die in der Abel'schen Notiz diesen Grössen gegeben ist

$$K_\nu = A_1 + A_2 k_\nu + A_3 k_{\nu+2} + A_4 k_\nu k_{\nu+2}$$

ist aber nicht allgemein genug, da zwischen den drei Grössen $k_\nu k_{\nu+2}$, k_ν, $k_{\nu+2}$ eine lineare Relation besteht.

Dagegen lassen sich die K_ν durch die drei Quadratwurzeln, r, ϱ, ϱ' folgendermassen ausdrücken

$$(14) \quad \begin{aligned} K_0 &= A_1 + A_2 r + A_3 \varrho + A_4 r \varrho \\ K_1 &= A_1 - A_2 r + A_3 \varrho' - A_4 r \varrho' \\ K_2 &= A_1 + A_2 r - A_3 \varrho - A_4 r \varrho \\ K_3 &= A_1 - A_2 r - A_3 \varrho' + A_4 r \varrho', \end{aligned}$$

wenn A_1, A_2, A_3, A_4 rationale Grössen sind.

Marburg im Februar 1892.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 19. Februar 1892 sprach Herr G. R.-R. Prof. Dr. Greeff:

Ueber Amöben.

Dritte Mittheilung[1]).

In den Sitzungen vom 19. Dezember 1890 und 18. Februar 1891 habe ich über einige Ergebnisse erneuerter Untersuchung der Erdamöben berichtet, nämlich:

1. Ueber eine den Amöbenkörper umgebende äussere, vom Plasma verschiedene Haut.
2. Ueber die Form und Lebenserscheinungen des Protoplasmas und zwar:
   A. Ueber das zähfeste, im Leben hyaline, homogene, durch Behandlung mit Reagentien (Osmium-Alkohol), nachweisbar radiär-streifige Ectoplasma und seine damit zusammenhängende Bedeutung als motorische Zone.

1) Erste Mittheilung: Diese Sitzungsberichte, Dec. 1890. Nr. 3 S. 21. Zweite Mittheilung: Ebenda, Febr. 1890. S. 1.

Digitized by Google

B. Ueber das mehr weiche und flüssige, die Granula (Bioblasten, Altmann) tragende Entoplasma, unter denen ich zwei, ihrem äusseren Verhalten und ihrer Bedeutung nach verschiedene Elemente erkannte, die veränderlichen, wahrscheinlich als Stoffwechselprodukte anzusehenden, meist dunkeln Glanzgranula und die in Form und Vorkommen beständigen, das Entoplasma erfüllenden und für das Leben desselben bedeutungsvollen blassen Elementargranula.

3. Ueber die Form- und Bewegungserscheinungen und muthmassliche funktionelle Bedeutung der contractilen Behälter bei den Erdamöben.
4. Ueber die bisher von mir unterschiedenen fünf, theils einkernigen theils mehrkernigen Arten der Erdamöben, nämlich: 1. Amoeba terricola, 2. A. similis, 3. A. sphäronucleosus, 4. A. fibrillosa, 5. A. alba.

In gelegentlichem Anschluss an diese Mittheilungen über die Erdamöben habe ich gleichzeitig auch einige Bemerkungen über Beobachtungen an anderen Rhizopoden, namentlich Heliozoen und Süsswasser-Amöben angefügt.

Ich habe seitdem den Süsswasser-Amöben aus einem reichen, aus der Umgebung von Marburg stammenden Material eine nochmalige eingehende und mit den bisherigen Ergebnissen vergleichende Prüfung widmen können und endlich durch einen Aufenthalt in Ostende im Herbst des verflossenen Jahres erwünschte Gelegenheit gefunden, eine Anzahl mariner Amöben zu untersuchen. Ueber diese will ich heute zunächst berichten, da ich glaube durch sie und insbesondere durch genaue Beobachtung der unter dem Namen Amoeba fluida (Gruber) zuerst behandelten Art einige weitere bemerkenswerthe Fortschritte in der Erkenntniss der Form- und Lebenserscheinungen der Amöben gewonnen zu haben, dieser merkwürdigen Organismen, die, zu den einfachsten des Thierreiches gehörend, doch bei jedem Versuch in ihr Wesen tiefer einzudringen, neue Fragen und Räthsel vorlegen.

Digitized by Google

See-Amöben von Ostende:

1. Amoeba fluida, Gruber. (Gestalt, Grösse, Färbung, Bewegung, Aeussere Haut, Mündung derselben, Zottenanhang, Protoplasma, Nucleus, Fortpflanzung.)
2. Amoeba crystalligera, Gruber.
3. Amoeba radiosa, Ehrbg.
4. Amoeba verrucosa, Ehrbg.
5. Amoeba flava, Gruber.

1. **Amoeba fluida** Gruber.

In kleinen Aquarien mit Diatomeenschlamm und Algen, meist den Austernparks von Ostende entnommen, entwickelten sich, entsprechend früheren Versuchen, nach einiger Zeit verschiedene Amöben in ganz erstaunlicher Menge, so dass aus jedem, dem Grunde entnommenen und auf dem Objectträger ausgebreiteten Tropfen eine grössere Anzahl derselben hervorkroch. Während indessen die meisten Arten allmählich wieder zurücktraten oder bald ganz verschwanden, überdauerte eine sie alle und hat sich während des Winters bis heute in fast ungeschwächter Häufigkeit hier in Marburg in meinen Gläsern erhalten. Ich glaube dieselbe trotz einiger auffallender Abweichungen, insbesondere aber auf Grund der Uebereinstimmung in einem der am meisten hervortretenden Charaktere, nämlich der sehr dünnflüssigen Consistenz des Protoplasmas, der von A. Gruber als Amoeba fluida kurz beschriebenen Art[1]) gleich stellen zu dürfen. Gruber fand sie in Seewasser-Aquarien des zoologischen Institutes in Freiburg, deren Inhalt aus dem zoologischen Garten von Frankfurt stammte, und im Hafen von Genua[2]), ich selbst kenne sie seit länger als zwanzig Jahren

1) Studien über Amöben, Zeitschr. f. w. Zool. 41. B. 1885. S. 219.

2) Ueber einige Rhizopoden aus dem Genueser Hafen, Ber. d. naturf. Gesellsch. z. Freiburg i. B., B. IV S. 35 und in: Res Ligusticae, IV. Enumerazione dei Protozoi raccolti nel Porto di Genova, p. 537.

Digitized by Google

durch mehrfachen Aufenthalt in Ostende als eine der dort häufigsten, namentlich die Austernparks bevölkernden Amöben und ich vermuthe, dass auch die von K. Moebius aus der Kieler Bucht als Amoeba villosa beschriebene Art [1]) mit jener identisch sei.

Gestalt, Grösse, Färbung.

Die äussere Form dieser Amöbe ist bei der ersten Begegnung meist eine mehr oder minder kugelige, ovale, birnförmige oder breit gelappte, wobei der breitere Umfang in der Regel nach vorne gerichtet ist, während der hintere Theil sich etwas verjüngt und in ein abgerundetes oder etwas hervorgezogenes und dann häufig papillenartig angeschwollenes Ende übergeht, das den auch von anderen Amöben beschriebenen merkwürdigen »Zottenanhang« trägt, auf dessen eigentliche Natur und Bedeutung wir später noch ausführlich zurückkommen werden, den Gruber aber von seiner Amoeba fluida auffallenderweise nicht erwähnt, obgleich er für die Ostender Form einen sehr hervortretenden äusseren Charakter bildet.

Die Grösse steigt bis zu 0,08—0,09 mm Durchmesser, beträgt im Mittel aber nur ungefähr die Hälfte und geht von da abwärts bis zu minimalen Formen, die aber natürlich rücksichtlich ihrer Entstehung ein ganz besonderes Interesse beanspruchen und deren wir ebenfalls später noch gedenken werden.

Die grösseren und mittelgrossen zeigen meist, namentlich bei schwacher Vergrösserung betrachtet, eine leicht ockergelbe Färbung, indessen kommen auch, abgesehen von den durch Nahrungs- oder sonstige Inhaltsstoffe bedingten braunen, grünen, gelben und anderen Färbungen, auch völlig farblose Individuen vor, insbesondere unter den kleineren.

Bewegungen.

Die im Allgemeinen ziemlich lebhaften Bewegungen erfolgen entweder durch gleichmässiges Fortfliessen des ovalen, birn-

1) Bruchstücke einer Rhizopodenfauna der Kieler Bucht. Abh. d. K. preuss. Ak. d. W. zu Berlin. 1888 S. 25.

Digitized by Google

förmigen oder breit ausgebuchteten Körpers oder noch häufiger durch ruckweises Hervorstossen von blasen- oder lappenartigen Fortsätzen, in die dann die Inhaltsmasse wie »in einen Bruchsack« einströmt und bis zum äussersten Umfang fortgetrieben wird. Hin und wieder quellen auch von verschiedenen Stellen des Körpers solche blasenartige Fortsätze hervor, wodurch derselbe dann eine unregelmässige gelappte Gestalt erhält. In seltenen Fällen sind die Fortsätze finger- oder stabförmig. Auch nadel- und fadenförmige Pseudopodien bis zu den feinsten nur mit starken Vergrösserungen erkennbaren Fäden und fadenförmigen Verzweigungen kommen vor, aber ausschliesslich an dem schon oben erwähnten Zottenanhang, der bei diesen Bewegungen meist nach hinten gerichtet ist, bei besonders lebhaften Gestaltsveränderungen aber auch mehr oder minder nach vorne gedrängt wird oder auf der unteren Seite der Amöbe liegt. In diesem Falle ist er zuweilen nicht oder schwer sichtbar, so dass die Amöbe alsdann zottenlos erscheint.

Aeussere Haut. Mündung derselben. Der »Zottenanhang«.

Ich habe, wie oben schon hervorgehoben, bei den Erdamöben eine den Körper umgebende dünne, von dem Protoplasma verschiedene, äussere Haut, an die sich nach innen das zähe, radiär-streifige Ectoplasma als eigentliche motorische Zone anschliesst, auf das Bestimmteste nachgewiesen. Seitdem habe ich an allen anderen von mir hierauf untersuchten Amöben, sowohl an den im Süsswasser als im Meere lebenden, diese äussere Haut bestätigen können und darf deshalb wohl annehmen, dass sie einen allgemeinen Charakter dieser Organismen bilde. Auch bei Amoeba fluida tritt sie, wenngleich hier feiner als bei anderen Amöben, klar zu Tage, gleichzeitig aber führen die übrigen hiermit im Zusammenhang stehenden Erscheinungen bei diesem Rhizopoden zu dem überraschenden Ergebniss, dass diese Haut an einer Stelle constant unterbrochen und durch eine Oeffnung ersetzt ist, die

Digitized by Google

direkt in das Innere des Körpers führt und aus der, und zwar hier allein am ganzen Umfang, das nackte Protoplasma unter Pseudopodien-Ausbreitung nach aussen hervortritt. Diese Stelle liegt in dem sogenannten »Zottenanhang«. Da durch sie Nahrungskörper und sonstige Stoffe aufgenommen und anderseits solche ausgeführt werden, im Uebrigen aber der Körper durch die ihn umgebende Haut völlig abgeschlossen ist, so gehört Amoeba fluida und die mit ihr rücksichtlich jener Charaktere übereinstimmenden Amöben, wie wir im Folgenden noch bestimmter nachweisen werden, wie aber hier schon ausgesprochen werden mus, nicht zu den nackten, sondern zu den beschalten resp. den monothalamen Rhizopoden, die man direkt der bekannten Gattung Lieberkühnia würde anschliessen können, wenn sie von dieser nicht durch andere Charactere und a priori als eigentliche Amöben getrennt wären.

Schon an den kriechend sich fortbewegenden Amöben lässt sich bei genauer Beobachtung vermittels guter Immersionen diese äussere Haut erkennen. Zuweilen findet man Exemplare, die unverhältnissmässig grosse Nahrungskörper aufgenommen haben, wie Diatomeen und Algenfäden, deren Länge den Durchmesser ihres Körpers übersteigt, so dass derselbe oft weit ausgebuchtet wird. Lässt man nun das Auge sorgfältig prüfend an den seitlich hervorstehenden Enden dieser Objekte vorbeigehen, so sieht man, dass dieselben oft nur von einer dünnen Hautschicht schlingenartig oder kappenförmig umfasst werden und durch sie ganz allein in dem Körper der Amöbe zurückgehalten werden. Unmöglich auch würde zu einem solchen Umfassen und Festhalten weit nach aussen hervorgetriebener und oft zugespitzter Gegenstände (Diatomeen etc.) das, wie wir später sehen werden, dünnflüssige Protoplasma im Stande sein.

Mit überzeugender Beweiskraft aber wird die Anwesenheit einer den Körper umgebenden festen, von dem Protoplasma durchaus verschiedenen Haut dargethan, wenn man eine solche Amöbe, die eine ihren Körperdurchmesser an Länge weit über-

Digitized by Google

steigende stabförmige und an ihren Enden zugespitzte Diatomee aufgenommen hat, bei ihren Bewegungen eine Zeitlang verfolgen kann, zumal wenn es hierbei glückt auch den Wiederaustritt der Diatomee zu beobachten und dadurch gleichzeitig festzustellen, dass nur eine Stelle an dem ganzen Umfang des Körpers vorhanden ist, die derselben Austritt gewähren kann, nämlich die oben hervorgehobene Unterbrechung in der Haut resp. Mündung derselben in den Zottenanhang. Ich knüpfe zur Darlegung dieser Thatsachen an einen Beobachtungsfall, der es mir gestattete, eine sich lebhaft bewegende Amöbe mit einer ihren Durchmesser um mehr als das Doppelte an Länge übertreffenden Diatomee fast eine halbe Stunde lang aufmerksam im Auge zu behalten. Die Diatomee wurde bald nach dieser, bald nach jener Seite weit hervorgetrieben, ohne selbst im extremsten Fall die Oberfläche zu durchbrechen. Das flüssige Protoplasma durchglitt sie stets mit Leichtigkeit, oft durch dasselbe fast hindurchschiessend, sobald sie aber gegen den äusseren Umfang stiess, fand sie Widerstand und wurde nun durch weiteren Druck von der entgegengesetzten Seite oft als langer stabförmiger Fortsatz, die biegsame und elastische Haut kappenförmig vor sich hertreibend, nach aussen vorgestossen. Dann wurde sie, einerseits vielleicht durch die Elastizität der Haut, andererseits durch die Bewegungen des Protoplasma wieder zurückgedrängt und das Spiel wiederholte sich an der entgegengesetzten Seite etc. Der Zottenanhang erschien dabei meist an einer mehr oder minder ausgebuchteten Seite oder wurde undeutlich oder unsichtbar, indem er auf die obere oder untere Fläche der Amöbe gedrängt wurde. Als er gerade mit seinen strahlenden Pseudopodien hervortrat, bemerkte ich, wie die Diatomee mit dem einen Ende nach dieser Gegend hinglitt und alsbald war das Zottenfeld durchbrochen und die Diatomee nach aussen gestossen.

Auch durch die direkte Beobachtung an der lebenden Amöbe lässt sich erkennen, dass die Haut nicht in den Zottenanhang übergeht resp. das dasselbe bildende Feld nicht umhüllt. Verfolgt man nämlich beiderseits die Körperhaut bis zu der

Digitized by Google

Stelle des Zottenanhangs, so erhält man den Eindruck, dass die Erstere hier endigt und in eine andere Schicht übergeht, die weniger scharf conturirt ist, ein etwas anderes Lichtbrechungsvermögen besitzt und auch dadurch ausgezeichnet ist, dass sie äusserst beweglich und daher in ihren Umrissen und ihrer äusseren Gestaltung sehr veränderlich und eben Träger der meist nach hinten gerichteten Zotten resp. Pseudopodien ist.

In überraschender Weise wird die durch alle diese Erscheinungen bedingte Annahme einer Verschiedenheit jener beiden Schichten, der Haut und des Zottenfeldes, und gleichzeitig der Bedeutung des Letzteren als Hautmündung durch Behandlung der Amöbe mit Reagentien bestätigt. Tödtet man nämlich eine Amoeba fluida durch Einwirkung von Osmium oder Alkohol etc., so bläht sie sich zu einer kugeligen Blase auf, an der man nun schärfer als an dem lebenden Object die sie bildende äussere Wandung erkennt. Das Zottenfeld aber ist verschwunden, an seine Stelle ist eine mehr oder minder weite Lücke, eine Oeffnung in der Blasenwand entstanden, aus der der unbedeckte krümelige Inhalt hervortritt. Verfolgt man beiderseits die Wandung der Blase bis zu dieser Stelle, so sieht man sie plötzlich hier aufhört, die Enden erscheinen wie abgerissen. Liegt diese Stelle auf der nach oben gerichteten Fläche, so erkennt man bei aufmerksamer Prüfung hier eine mehr oder weite rundliche Oeffnung.

Nach allen den oben angeführten und ähnlichen Erscheinungen kann es meiner Meinung nach nicht zweifelhaft sein, dass der Körper von Amoeba fluida von einer dünnen, sehr biegsamen, resistenten, vielleicht chitinigen Haut umgeben ist und dass diese von einer durch Vermittelung des Zottenanhangs in das Innere des Körpers führenden Mündung unterbrochen ist. Der Zottenanhang und die ihm zu Grunde liegende Substanzschicht wird aber, wie sowohl die direkten Beobachtungen des lebenden, als des mit Reagentien behandelten Objectes erweisen, von einer hyalinen, zähweichen, sehr

Digitized by Google

beweglichen Ectoplasma-Schicht eingenommen, dem einzigen Protoplasma, das ohne äussere Hautumhüllung nach aussen tritt und aus der die Zotten resp. Pseudopodien hervorgestreckt werden. Dass die »Zotten« der Amoeba fluida Pseudopodien und nicht, wie man bisher im Allgemeinen rücksichtlich dieser Bildungen angenommen hat, starre Fäden sind, lässt sich durch die genaue Beobachtung auf das unzweideutigste erkennen. Bald erscheinen sie kurz nadelförmig, bald in längeren unregelmässigen und dichten Strahlungen, die den nach hinten gerichteten papillen- oder knopfförmigen Anhang umgeben oder als mehr oder minder unregelmässige, zuweilen sich verzweigende und im Gewirre durcheinander laufende Faserbüschel oder endlich in seltenen Fällen in langen, den Körper-Durchmesser weit übersteigenden Fäden. In die Fäden sieht man häufig, diesen folgend und an ihnen oder durch sie sich bewegend, kleine, in Abständen folgende Protoplasma-Tröpfchen (keine Körnchen) eingestreut.

Wie die Pseudopodien, so zeigt auch das Plasmafeld selbst, aus dem sie hervorgehen, eine grosse Wandelbarkeit in der äusseren Gestaltung und Grösse. In der Regel ist es bei den Kriechbewegungen der Amöbe nach hinten gerichtet als mehr oder minder halbkugeliger, zuweilen fast kugeliger, nur durch eine Brücke mit dem Amöbenkörper verbundener oder auch als unregelmässiger, knollen- oder höckerförmiger Anhang, zuweilen trichter- oder röhrenförmig nach hinten ausgezogen, namentlich dann, wenn Nahrungskörper etc. aufgenommen oder, was häufiger zur Beobachtung gelangt, abgegeben werden etc. Wie schon früher bemerkt, kann bei lebhaften Bewegungen, namentlich bei mehrfachen Aenderungen der Richtungen der Anhang auch auf die obere oder untere oder an eine der Seitenfläche, in seltenen Fällen und dann immer nur kurz vorübergehend, nach vorne rücken.

Welche Bedeutung dem sogenannten Zottenanhang der Amoeba fluida zukommt, ergiebt sich aus den obigen Wahrnehmungen und Erörterungen wohl als selbstverständlich, er

Digitized by Google

entspricht der in ihren Formerscheinungen so mannigfachen, hier aber nadel- und fadenförmig sich gestaltenden Pseudopodien-Ausbreitungen der monothalamen Rhizopoden und das Feld, aus dem sie hervortreten, ihrer Schalenmündung, durch welche vermittels der Pseudopodien die Nahrung ergriffen und in den Körper eingeführt wird, wie ich dieses schon im Jahre 1866 für die Erdamöben ausgesprochen habe.

Ausserdem aber ist dem Zottenanhang und der Ectoplasmaschicht, aus der er entsteht, meiner Meinung nach noch eine andere wichtige Rolle zuertheilt, nämlich für die Bewegung der Amöbe und das führt uns zu der Betrachtung des Protoplasmas der Amoeba fluida.

Protoplasma. Granula. Vacuolen. Nucleus.

Ein sehr merkwürdiger und bei genauer Beobachtung alsbald auffallender Charakter unserer Amöbe, den auch Gruber von seiner Amoeba fluida hervorhebt und der mich zunächst bestimmte, jene mit dieser zu identifiziren, liegt in der völlig dünnflüssigen Consistenz des Protoplasmas, so dass die darin suspendirten Granula und sonstigen feineren Inhaltstheile in lebhafter Molekularbewegung sich befinden, eine Erscheinung, die unter gewissen Umständen auch bei anderen Amöben und Rhizopoden vorkommt und die ich schon vor Jahren an Pelomyxa palustris beobachtet und genau beschrieben habe [1]). In überraschender Klarheit tritt dieselbe bei Amoeba fluida erst bei genauer Prüfung vermittels guter Immersion zu Tage. Das bei der kriechenden Amöbe in die nach vorne gerichtete Bahn oder in die aus derselben hervorgestossenen Fortsätze, wie in einen, um dieses bezeichnende Bild zu wiederholen, »Bruchsack« einstürzende Protoplasma, dringt in wirbelnder Bewegung bis zum äussersten Umfang des Körpers vor, um dann gegen diesen anstossend nach rechts und links wieder zurückzufliessen. Man gewinnt hierbei den Eindruck, dass die

1) Archiv f. mikr. Anatom. Bd. X. S. 54.

Digitized by Google

gleichmässig und stetig fortschreitenden und scharfen äusseren Grenzen der Amöbe unmöglich diejenigen des lebhaft an ihnen vorbeisprudelnden Protoplasmas sein können. Es hat vielmehr den Anschein, als ob eine eigenwandige, prall gefüllte Blase durch den gegen sie andrängenden Inhalt ruckweise oder wellenartig fortbewegt werde. In der That führen auch diese Beobachtungen zunächst wieder zu der Erkenntniss, dass der Amöbenkörper von einer dünnen, biegsamen und elastischen, den Bewegungen des Protoplasmas nachgebenden und ihnen folgenden Haut umgeben ist.

Welches aber ist nun die motorische Kraft der Amöbe, die den Impuls abgibt für den strömenden Inhalt und die durch ihn gebildeten, nach aussen tretenden wellenartigen Fortsätze? Ich darf wohl zunächst hervorheben, was schon aus den obigen Erörterungen hervorgeht, dass die von mir nachgewiesene Haut der Amoeba fluida und anderer Amöben nichts zu thun hat mit einer an der äusseren Peripherie des Amöben- resp. Protoplasmakörpers durch chemische Processe stetig sich bildenden ölartigen, optisch nicht wahrnehmbaren Grenzschicht, die G. Quinke auf Grund seiner interessanten Versuche als die mechanische Ursache jeder Protoplasma-Bewegung, auch der amöboiden ansieht[1]). Ebenso wenig kann jene Haut dadurch entstehen, dass durch die Berührung des Protoplasmas mit dem umgebenden Wasser an den Berührungsflächen durch eine Art Erhärtung eine immer von Neuem entstehende und wieder vergehende protoplasmatische Grenzschicht sich bilde, denn gerade an der Stelle, nämlich der Mündung der Haut, aus der das nackte Protoplasma zu Tage und in direkter Beziehung mit dem Wasser tritt, ist solche Grenzschicht resp. die Haut, wie wir gesehen haben, nicht vorhanden. Sodann lässt sich die völlige Selbständigkeit, Unveränderlichkeit und Unverschmelzbarkeit derselben sowohl an der

1) Ueber periodische Ausbreitung an Flüssigkeits-Oberflächen und dadurch hervorgerufenen Bewegungserscheinungen. Sitzungsberichte der K. Preuss. Ak. d. W. 1888. S. 791.

Digitized by Google

lebenden als den mit Reagentien getödteten Amöbe nachweisen. Niemals habe ich bei den oft sehr lebhaften Bewegungen der Amöbe eine Verschmelzung der einander sich berührenden Flächen der ausgestreckten und oft gegen und umeinander fliessenden Fortsätze mit Sicherheit wahrgenommen. Häufig sah ich zwei mit ihren Flächen dicht sich berührende Amöben längere Zeit nebeneinander herkriechen, ohne dass eine Verschmelzung stattfand, — nur in dem Falle, wenn die beiden Schalenmündungen mit dem aus ihnen hervorgestreckten »Zottenanhang« sich berührten, erfolgte zuweilen eine Pseudopodien-Verbindung zwischen Beiden, die selbst dann, wenn die Amöben sich wieder von einander entfernten, durch zwischen Beiden ausgespannte, lang ausgezogene Plasmafäden erhalten wurde.

Ob an der äusseren oder inneren Oberfläche dieser Amöben**haut** eine Oelschicht sich bilde, die mit einer an dieser wiederum auftreterden Schicht von Eiweissseife sich combinire, wie dieses Quinke annimmt, vermag ich nicht zu sagen. Die an solchen Oelblasen auftretenden Bewegungserscheinungen zeigen nach der auf eingehende Beobachtungen gegründeten Darstellung Quinke's in der That eine merkwürdige, geradezu überraschende Aehnlichkeit mit den mannigfachen Bewegungen protoplasmatischer Substanzen bei niederen Organismen, vor Allen mit den stossweise hervorgetriebenen Plasma-Wellen unserer Amoeba fluida, so dass mir bei meiner Untersuchung jene Quinkesche Erklärung der amöboiden Bewegung häufig nahe getreten ist. Aber es wird doch zunächst hierdurch nur eine verbindende Aehnlichkeit in der äusseren Erscheinungsform zwischen leblosen Substanzen und belebten und organisirten Wesen dargethan, ohne dass die jene bewegenden Ursachen auch bei diesen erwiesen werden könnten. Ich kann wenigstens für meinen Theil nach allen meinen an niederen Organismen bisher gewonnenen Beobachtungen und Erfahrungen nicht annehmen, dass die Bewegungen derselben nach der obigen Quinkeschen Theorie auf mechanischem Wege erfolge, sondern muss dieselben nach wie vorher für eine Lebensäusserung des Protoplasmas halten.

Digitized by Google

Wo liegt nun aber die Quelle für die Bewegungen unserer Amoeba fluida, ist es das ganze den Innenraum ausfüllende Protoplasma, von welchem dieselben ausgehen, oder gewisse Regionen desselben? Zunächst lässt sich bald constatiren, dass eine Sonderung des Protoplasmas in Ecto- und Entoplasma im Sinne anderer und namentlich der Erdamöben, bei welchem das Erstere die eigentliche motorische Zone darstellt und eine dieser entsprechende Consistenz und Organisation zeigt, hier nicht vorhanden ist. Das bei den Bewegungen bis gegen die äusserste Grenze des Körpers vorausströmende Plasma zeigt gerade bei Amoeba fluida jene oben hervorgehobene sprudelnde Bewegung am auffallendsten und ist somit die am meisten dünnflüssige Substanz, während der innere und hintere, den Nucleus, fast ausnahmslos reichliche Vacuolen, Granula-Massen, Nahrungsstoffe etc. enthaltende Theil im Allgemeinen mehr zusammenhängend und zäher erscheint. Hierdurch entsteht zuweilen, namentlich bei schwächeren Vergrösserungen, das mehr oder minder deutliche Bild einer Sonderung in ein helleres vorausströmendes Ectoplasma und dunkleres Entoplasma. Beide aber gehen wie die genaue Beobachtung der kriechenden Amöbe lehrt ohne jegliche Grenze in einander über. Die Granula und sonstigen Inhaltskörper des den mehr centralen Raum einnehmenden Plasmas fliessen auch in die peripheren Bahnen über oder werden bei Aenderungen der Stromrichtung wieder nach innen zurückgeführt; und zwischen den Inhaltstheilen dieser entoplasmatischen Region erkennt man ausserdem fast überall die tanzende Molekularbewegung der Granula. Die protoplasmatische Grundsubstanz des gesammten Amöbenkörpers, in welche die Granula, Nucleus, Vacuolen etc. eingebettet sind, erscheint somit von mehr oder minder dünnflüssiger Beschaffenheit. Da ich nun nicht anzunehmen vermag, dass eine Substanz von solcher Consistenz, abgesehen von der Frage, ob dieselbe überhaupt noch als Protoplasma im gewöhnlichen Sinne angesehen werden kann, eine mit den lebhaften Kriechbewegungen der Amoeba fluida in ursächlichem Zusammenhang stehende Kraft-

Digitized by Google

äusserung durch Contractilität etc. ausüben könne, so muss, wenn man nicht der oben erwähnten Quinke'schen Erklärung der amöboiden Bewegung sich anschliesssn oder eine innere der Bewegung zu Grunde liegende hier aber nicht nachweisbare Protoplasma-Struktur voraussetzen will, wohl angenommen werden, dass ausser jenem dünnflüssigen Protoplasma noch eine andere protoplasmatische Substanz als Trägerin der motorischen Kraft im Amöbenkörper vorhanden sei.

Wenn man die Bewegungen der Amöbe aufmerksam verfolgt, so erhält man, wie ich dies schon in meiner ersten Abhandlung über die Erdamöben hervorgehoben und beschrieben habe, den Eindruck, dass der Impuls für dieselben von dem hinteren Theile des Körpers, also bei Amoeba fluida von der Region des Zottenanhangs ausgeht. Und in der That zweifle ich nicht, dass hier die Haupt- wenn nicht die einzige Quelle der Bewegungen der Amoeba fluida liegt. Diese Region d. h. die die Schalenmündung einnehmende und aus ihr hervortretende zähe Ectoplasma-Schicht zeigt, wie wir früher ausführlich erörtert haben, eine ausserordentliche und selbständige Beweglichkeit, theils durch mannigfache Pseudopodien-Entwicklung, theils durch Gestaltsveränderungen, Ausdehnung und Zusammenziehung und damit Erweiterung und Verengerung der Schalenmündung etc. Hierdurch wird auch das auf dieses Zottenfeld folgende und von ihm sowie von dem hinteren Theil der Schalenhaut eingeschlossene Innenplasma in Bewegung gesetzt und nach vorne geschoben.

Eine auffallende Erscheinung ist, dass gerade dieser hintere Theil fast ausnahmslos mit reichlichen, oft dicht zusammengedrängten Granula und zwar den von mir vorläufig sogenannten Elementargranula erfüllt ist. Besonders ist das Zottenfeld selbst an seiner inneren Fläche meist ganz ausgekleidet mit diesen Granula, die ausserdem zuweilen eine mehr oder minder deutliche kurz-stäbchen- oder eiförmige Gestalt zeigen, mit dem äusseren Ende direkt gegen das Zottenfeld stossend. Ob denselben eine bestimmte Bedeutung zukommt, was ich bei dem

Digitized by Google

merkwürdigen, fast regelmässigen Auftreten zu glauben geneigt bin, insbesondere ob sie in direkter Beziehung stehen zu dem Zottenfeld und dessen Funktionen muss weiteren Prüfungen vorbehalten bleiben.

Was die Granula betrifft, so unterscheide ich wie bei den Erdamöben und anderen Amöben und Rhizopoden auch bei Amoeba fluida zunächst zwei Formen derselben, nämlich erstlich die von mir früher sogenannten Glanzgranula, die, soweit ich dieses bisher habe ermitteln können, in zwei verschiedenen Abstufungen vorkommen, nämlich grössere rundliche dunkelglänzende Körner und äusserst feine, nur bei starker Vergrösserung wahrnehmbare Körnchen, deren Mengen- und besondere Gestaltsverhältnisse aber bei der wirbelnden Molekularbewegung, in der sie sich in lebenden Amöbe befinden, schwer zu bestimmen sind. Wie bei anderen Amöben treten auch bei Amoeba fluida die Glanzgranula in sehr wechselnder Menge auf, im Allgemeinen aber spärlich gegenüber die den Körper meist mehr oder minder erfüllenden blassen, rundlichen oder ovalen Elementargranula, die, wie früher schon bemerkt, namentlich im mittleren und hinteren Theil angehäuft sind. In seltereren Fällen enthält der Körper ausserdem reichliche Mengen grösserer, mattglänzender, Fetttröpfchen-ähnlicher Kügelchen, wie sie auch bei anderen Amöben constant oder zeitweise vorkommen.

Fast ausnahmslos ist das Protoplasma der Amoeba fluida mehr oder minder von Vacuolen erfüllt, meist Blasen von verschiedener Grösse, die den mittleren und hinteren Theil des Körpers einnehmen. Zuweilen sind nur eine oder wenige grössere und eine Anzahl kleinerer oder auch fast nur kleinere vorhanden, die in seltenen Fällen durch den grössten Theil des Innenraums zerstreut sind. Contractile Vacuolen habe ich unter denselben trotz mancher hierauf gerichteter Aufmerksamkeit niemals wahrgenommen.

Gruber bezeichnet den Nucleus seiner Amoebe fluida »als homogen und aus einer Vielheit von Körnchen zusammengesetzt«, während ich den Kern der hier behandelten und mit jener

Digitized by Google

identificirten Amöbe niemals homogen gefunden. Derselbe zeigt zunächst eine sowohl am lebenden, noch mehr an dem mit Reagentien behandelten Objecte deutlich sich abhebende Kernmembran, die den eigentlichen Kern, eine aus zwei concentrischen Schichten bestehende chromatische Substanz, einschliesst, nämlich eine periphere körnige und eine fast hyaline centrale Schicht, die aber bei genauer Betrachtung mit Immersion auch im Leben als mit feinen punktförmigen Körnchen durchsetzt erscheint. Durch Behandlung mit Reagentien sondern sich die beiden Schichten schärfer gegeneinander. Die centrale ist dann deutlicher granulirt und als Nucleolus von der peripheren durch einen feinen hellen Zwischensaum getrennt, während die periphere ebenfalls dunkelkörniger ist und sich ihrerseits schärfer von der Kernmembran nach innen abhebt. Die periphere Schicht ist bald mehr oder minder breit, so dass der centrale Raum dem entsprechend eingeengt ist, bald schmaler, im Allgemeinen findet das Erstere bei den grösseren, das Letztere bei den kleineren Amöben statt. Meistens auch ist die periphere Schicht ungleich breit, so dass dann der Innenraum mehr oder minder excentrisch liegt. Theilungen des Nucleus habe ich direkt niemals beobachtet, nur einmal zwei völlig gleich gestaltete, von einander getrennte Kerne in einer grösseren Amöbe.

Ob die Grubersche Amoeba fluida in Rücksicht auf diese Verschiedenheit des Kernes und ihren früher erwähnten Mangel des charakteristischen »Zottenanhangs« doch specifisch verschieden ist von der unsrigen, muss ich vorläufig unentschieden lassen.

Fortpflanzung.

Ebensowenig wie bei den Erd- und Südwasser-Amöben habe ich bei Amoeba fluida, abgesehen von jenem oben erwähnten Fall eines zweifachen Kernes in einer Amöbe, über deren Entstehung ich aber nichts anzugeben weiss, eine zweifellose Vermehrung durch Zweittheilung wahrgenommen. Bei der früher schon erwähnten, erst allmählich auftretenden und dann monatelang sich erhaltenden oder auch wieder abnehmenden und von

Digitized by Google

Neuem anwachsenden, oft geradezu staunenswerthen Fülle dieser Organismen in meinen Gläsern, ohne dass neues Material, als zeitweise frisches Seewasser zugeführt wurde, darf man wohl von vorne herein mit einiger Berechtigung annehmen, dass, wenn in der That die Vermehrung in der Regel durch Zweitheilung erfolge, sie bei einer aufmerksamen Beobachtung, wie ich sie immer wiederholt und anhaltend hierauf gerichtet habe, gesehen werden müsste.

Dahingegen deuten andere, früher schon erwähnte Beobachtungen, nämlich das Vorkommen kleiner und kleinster Amöben, die mit Amoeba fluida mehr oder minder übereinstimmen und die ich deshalb glaube mit dieser in genetischem Zusammenhang bringen zu dürfen, auf eine andere Vermehrungsweise hin. Während, wie früher berichtet, unsere Amöbe im Mittel ungefähr eine Grösse von 0,05 mm zeigt, findet man bei Durchmusterungen häufig solche bis zu 0,02 mm, die noch alle wesentlichen Charaktere der Amoeba fluida zeigen, sowohl in der äusseren Gestalt und Bewegungen, als in der Beschaffenheit des Protoplasmas, des Nucleus, der Haut, des Zottenanhangs, so dass kaum zu zweifeln ist, dass dieselben zu Amoeba fluida gehören. Bei weiterer Prüfung aber trifft man auf noch viel kleinere Organismen, die ebenfalls eine gewisse Gleichartigkeit mit Amoeba fluida zur Schau tragen, deren Erkenntniss freilich zunächst oft mehr auf vielseitige Uebung und Erfahrung in der Anschauung des ganzen Kreises von Varietäten und Entwicklungsstadien beruht, als auf der Möglichkeit eines Nachweises durch Vergleich mit der von ihnen oft weit entfernten typischen Amoeba fluida. Der Durchmesser dieser kleinsten muthmasslichen Stadien der Amoeba fluida beträgt nur ungefähr 0,008 mm und geht von da allmählich wachsend aufwärts bis in die Grösse der oben erwähnten kleinen Amöben. Von den wesentlichen Charakteren einer Amöbe ist zunächst nicht viel zu erkennen, namentlich fehlt die Haupt-Lebenserscheinung, nämlich die amöboide Bewegung, die ich wenigstens bei diesen kleinsten Formen nicht gesehen habe. Es sind mehr oder minder

Digitized by Google

kugelige Körper von einer deutlichen äusseren Membram umschlossen. Das Protoplasma zeigt schon den der Amoeba fluida eigenen und merkwürdigen Charakter der Dünnflüssigkeit. Die Granula stimmen mit der jener überein und bewegen sich lebhaft tanzend in der hyalinen Grundsubstanz. Auch kleine Vacuolen kommen vor, aber einen Nucleus konnte ich mit Bestimmtheit nicht erkennen, möglicherweise deshalb, weil es mir nicht gelungen ist, die meist einzeln zur Beobachtung gelangenden minimalen und zarten Objecte noch nach der Behandlung mit Reagentien im Auge zu behalten resp. mit Sicherheit wieder zu finden. Von dem der Amoeba fluida eigenen Zottenanhang war nichts zu sehen. Dahingegen traten von dem Umfang einzelne äusserst zarte und blasse Plasmafäden aus, die sich oft weit ausstreckten, sich krümmend bewegend und auch wohl am Ende dichotom verzweigten. Alle waren, und das war für dieselben eine charakteristische Erscheinung, mit kleinen hellen Plasmatröpfchen perlschnurartig besetzt. Ich betone ausdrücklich, dass dieselben Plasmatropfen und keine Granula waren, sowohl ihrem ganzen Aussehen als der Verschiedenheit in der Grösse nach, und weil im Innern des Körpers, von dem die Fäden ausgingen, keine ähnlichen Gebilde resp. Granula sich fanden. Wie die Fäden aus dem von einer Membran umschlossenen Innern hervortraten, ob durch eine einzige oder mehrere Oeffnungen, habe ich nicht ermitteln können.

Ausser durch die Beobachtung einer allmählichen Stufenfolge von diesen kleinsten Stadien bis zu den wirklichen kleinen Amöben, die, wie oben ausgeführt, schon mit einer gewissen Berechtigung der Amoeba fluida zugesellt werden können, ist es mir geglückt auch auf direktem Wege die genetische Zusammengehörigkeit Beider wahrscheinlich zu machen. Bei häufiger Durchmusterung grösserer Exemplare von Amoeba fluida behufs Ermittelung von Anzeichen ihrer Vermehrungsweise traf ich einst auf eine solche, die kugelig gestaltet und völlig bewegungslos erschien. Das Innere war in auffallendem Maasse erfüllt mit grösseren und kleineren vacuolenartigen

Digitized by Google

Plasmablasen, zwischen und in denen Granula tanzend sich bewegten. Der Nucleus lag zwischen ihnen und schien unverändert, völlig in den Charakteren desjenigen der typischen Amoeba fluida. Einen Zottenanhang konnte ich nicht bemerken. Nach einiger Zeit sah ich an der Peripherie der Amöbe eine Plasmablase halbkugelig und dann ganz aus dem Inneren über die Oberfläche hervortreten. Statt sich von dieser zu lösen, blieb sie durch einen fein-bandartigen Plasmafaden mit dem Amöbenkörper verbunden. Der Faden verlängerte sich allmählich und erreichte bald ungefähr den Halbdurchmesser der Amöbe, ohne dass der Plasmakörper sich löste. Während dem traten zwei sehr merkwürdige neue Erscheinungen auf, erstlich streckten sich aus dem Plasmakörper selbst zwei, dem erst entstandenen Verbindungsfaden durchaus ähnliche und ebenfalls allmählich sich verlängernde Fäden hervor und zweitens tauchten in allen dreien kleine Plasma-Tröpfchen auf, hier vereinzelt, dort perlschnurartig sich aneinander reihend, übereinstimmend mit den oben beschriebenen Fäden jener kleinsten isolirten Stadien. Der eine der von dem Plasmakörper ausgestreckten Fäden verlängerte sich nun ganz erstaunlich, so dass er fast den zweifachen Durchmesser der Amöbe erreichte und endigte dann in zwei dicht aneinander liegende Plasmatröpfchen, von denen das äussere allmählich anschwellend grösser wurde und knospenartig hervortrat. Plötzlich verschwand das ganze Gebilde, das bis dahin durch jenen Faden mit dem Mutterboden verbunden war, meinem Auge und zwar, wie mir schien, dadurch, dass es sich vermittels eines hervorgetretenen Geisselfadens losriss und fortschwamm. Nur noch einmal beobachtete ich eine ähnliche Erscheinung, wie die oben beschriebene, nämlich eines Zusammenhangs eines jener kleinen knospenförmigen Plasmakörpers mit einer Amöbe durch einen Faden. Auch von diesem traten wiederum Fäden mit Plasmatröpfchen aus. Bei dem Versuch dem allmählich eintrocknenden Präparat neues Wasser zufliessen zu lassen, wurde indessen das ganze Object meinen Blicken entzogen. Hoffentlich gelingt es, für diese, in ihren

Digitized by Google

Ergebnissen noch unsicheren Beobachtungen Ergänzungen und so festeren Boden zur Erkenntniss der räthselhaften Fortpflanzung der Amöben, namentlich ob in der That hier eine Schwärmerbildung stattfindet, zu gewinnen.

Amoeba crystalligera, Gruber.

Die unter dem obigen Namen zuerst von Gruber[1]), dann von Moebius[2]) beschriebene Amöbe erschien auch in meinen kleinen Aquarien von Ostende mit Amoeba fluida, anfangs, wie diese, äusserst zahlreich, nach einiger Zeit aber abnehmend oder ganz verschwindend. Sie unterscheidet sich von Amoeba fluida schon bei schwacher Vergrösserung alsbald durch ihr dunkleres Aussehen, herrührend von den dunkelglänzenden Krystalloiden, mit denen sie erfüllt ist, die indessen keine alleinige Eigenthümlichkeit dieser Form bilden, sondern, wie bekannt, auch bei manchen anderen Amöben mehr oder minder constant gefunden werden. Gruber bezeichnet dieselben als »rechteckige Krystallplättchen«, Moebius als »quadratische Krystalle«. Beide Formen kommen vor, quadratische und mehr oder minder länglich rechteckige, meist gemischt in ein und demselben Exemplar, doch überwiegen bei den Ostender Amöben im Allgemeinen die quadratischen. Auch in der Grösse sind diese Gebilde sehr verschieden. Verfolgt man dieselben in der Amöbe, so bemerkt man bei ihren Wendungen, dass dieselben meistens keine dünne Plättchen darstellen, sondern mehr oder minder kubische Körper, wie sie Moebius auch in einer seiner Figuren (F. 62) an einem dieser Gebilde angedeutet hat. Bei genauer Betrachtung vermittels Immersion erkennt man ausserdem, dass diese Körperchen nicht homogen sind, sondern in gewissen Lagen, namentlich deutlich von den Breitflächen betrachtet, eine sehr merkwürdige Struktur aufweisen. Zunächst schliessen dieselben einen von einer rahmenartigen, ziemlich dicken und scharf

1) Studien über Amöben. Zeitschr. f. w. Z. B. 41. 1885. S. 219.

2) Bruchstücke einer Rhizopodenfauna der Kieler Bucht. Abh. d. K. Pr. Akad. d. W. z. Berlin. 1888. S. 26.

Digitized by Google

begrenzten Wandung gebildeten Innenraum ein. Dieser erscheint wiederum durch Leistchen in eine Anzahl von rechtwinkligen Fächern eingetheilt, die bei den oblong rechtwinkligen Krystalloiden quergestellt sind.

Neben den Amöben mit mehr oder minder regelmässigen Krystalloiden kommen aber auch solche vor mit völlig unregelmässig gestalteten, bald glatt, bald zerklüftet oder zu kleinen Haufen zusammengeklebt, Sandpartikelchen ähnlich, die aber meiner Meinung nach rücksichtlich ihrer Natur den regelmässigen sich anschliessen, zumal hier und dort zwischen den unregelmässigen auch einzelne quadratische oder rechteckige auftreten.

Was im Uebrigen die Organisation der Amoeba crystalligera betrifft, so lässt sich auch bei ihr eine den Körper umgebende Haut mit Sicherheit erkennen, zumal sie hier noch stärker ist, als bei Amoeba fluida. Ebenso findet sich eine dem Zottenfeld dieser entsprechende Region am hinteren Körperende. Dieselbe erscheint in der Regel halbkugelig nach hinten hervorgewölbt und ist statt mit Zotten resp. Pseudopodien ringsum besetzt mit dicht zusammengedrängten, kleinen papillenartigen Schlingen. Wie bei Amoeba fluida findet sich auch hier an dieser Stelle eine grössere oder geringere Menge Elementargranula. Ich zweifle nicht, dass dieser Region dieselbe Bedeutung zukommt wie dem Zottenfeld der Amoeba fluida.

Das Plasma ist, wie auch Gruber und Moebius beobobachteten, dünnflüssig, aber bei Weitem nicht in dem Maasse, als dasjenige von Amoeba fluida. Im ruhenden Zustande und ohne Deckglasdruck betrachtet scheint der Körper meist in ein hyalines Ecto- und dunkleres Entoplasma gesondert. Sobald lebhaftere Bewegungen eintreten und man nun bei stärkerer Vergrösserung unter Deckglas beobachtet, erkennt man wie die Krystalloide und Granula durch den hyalinen Aussensaum bis zum äussersten Umfang vordringen, zu gleicher Zeit auch, dass die kleinen Krystalloide etc. in zitternder Bewegung sich befinden.

Digitized by Google

Ausser den Krystalloiden finden sich auch hier zwei verschiedene Granula-Formen: rundliche mehr oder minder dunkelglänzende Glanzgranula und blasse ovale, kurz-stäbchenförmige oder auch rundliche Elementargranula.

Gruber schien der in der Einzahl vorhandenen Nucleus »eine ganz homogene Masse zu bilden«, während derselbe nach Moebius körniges Chromatin enthält und einen kugeligen Nucleus umschliesst. Meine Beobachtungen rücksichtlich des Nucleus der Amoeba crystalligera schliessen sich denen von Moebius an. Indessen fand ich immer nur einen Nucleus, während Moebius einmal in einem Exemplare acht Kerne beobachtete.

Ausserdem fand ich in meinen Gläsern auch die ebenfalls von Gruber und Moebius beobachteten und charakterisirten Amoeba radiosa Ehrberg, Amoeba flava Gruber und Amoeba verrucosa Ehrberg, sowie eine Anzahl anderer hiervon verschiedener Amöben, über die ich bei einer anderen Gelegenheit hoffe ausführlicher berichten zu können.

Aufgelegte Schriften:

Berichte über die Thätigkeit der St. Gallischen naturwissenschaftlichen Gesellschaft 1888/89 u. 1889/90. St. Gallen 1890 u. 91.

Jahresbericht der Verwaltung des Medicinalwesens der Stadt Frankfurt a/M. XXXIV. Jahrg. 1890, Frankfurt a/M. 1891.

Jahresbericht und Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Magdeburg 1890. Magdeburg 1891.

Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins Riga XXXIV, nebst Arbeiten N. F. Heft 7. Riga 1891.

Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur und Heilkunde zu Bonn 1890. Bonn 1890.

IV. Jahresbericht der geographischen Gesellschaft zu Greifswald 1889/90. Greifswald 1891.

XXXVI. und XXXVII. Bericht des Vereins für Naturkunde zu Kassel. Kassel 1891.

Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N.-F. Bd. VII. Heft 4. Danzig 1891.

Sitzungsberichte der physikal-medicinischen Societät in Erlangen. Heft 23, 1891. München 1891.

Digitized by Google

Berichte der bayrischen botanischen Gesellschaft. München 1891.
18. und 19. Jahresbericht des westfälischen Provinzial-Vereins für Wissenschaft und Kunst. Münster 1890 u. 1891.
Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. IX, Heft I. Kiel 1891.
Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 44. Wiesbaden 1891.
Jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg 1890. Nürnberg 1891.
Journal & Proccedings of the royal Society of New South Wales. Vol. XXIV. Part. I u. II. Sydney 1890.
Memoirs and Proceedings of the Manchester Litterary and Philosophical Society 1890/91. Vol. 4. No. 4 u. 5. Manchester 1890/91.
Societatum litterae 4, 9—12, 5, 1, 5—8.
Atti della Reale Academia dei Lincei Anno 288. Ser. Quarta: Rendiconti. Vol. VII. fasc. 12. Roma 1891.
Jahrbuch des ungarischen Karpathen-Vereins. Jahrg. XVIII, 1891. Iglo 1891.
Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moseou. 1890 No. 4 u. 1891 No. 2 u. 3. Moscou 1891 u. 92.
Regenwaarnemingen in Nederlands-Indie. 11. Jahrg., 1889. Batavia 1890.
Recueil des Mémoires des travaux de la Société botanique du Grand-Duché de Luxembourg N. XII, 1887—89. Luxemburg 1890.
The American Naturalist. Vol. XXV No. 290 u. 91. Philadelphia 1891.
Revista Argentina de Historia Natural. Toms I Entr. 3, 4, 5. Buenos Aires 1891.
Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. Bd. XXVIII, 1889. Brünn 1890.
Archives de Musée Teyler. Ser. II Vol. III fasc. 6. Haarlem 1891.
Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College. Vol. XVI. No. 10. Cambridge 1891.
Mittheilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle a/S. 1891. Halle 1891.
Von der Königl. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam: Verhandelingen 28 Deel. Jaarboek 1890. Amsterdam 1890.
Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i/Br. Bd. V 1 u. 2. Freiburg 1890/91.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 2. März 1892.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 8. März 1892 sprach Herr Professor Marchand:

Ueber Mikrocephalie, mit besonderer Berücksichtigung der Windungen des Stirnlappens und der Insel.

Die Untersuchungen, über welche im Nachstehenden berichtet werden soll, wurden an der Leiche eines 47jährigen Mikrocephalen hohen Grades (Georg Völp) aus der Anstalt Haina, welche Ende September 1891 an das hiesige pathologische Institut gelangte, vorgenommen.

Ueber das Verhalten des Völp während seines Aufenthaltes in der Anstalt hat der jetzige dirigirende Arzt, Herr Dr. Scheel, in seiner Dissertation (Marburg 1875) Mittheilungen gemacht, aus welcher hier nur erwähnt werden möge, dass Völp, der, wie alle Mikrocephalen hohen Grades, idiotisch war, dennoch die Fähigkeit besass, einzelne Worte und kurze Sätze zu sprechen. Seine Sinnesorgane funktionirten gut. Er war seit seinem 5. Jahre epileptisch.

Die Körperlänge der Leiche betrug 146 cm, das Gewicht 33,4 k. Die Hauptmaasse des knöchernen Schädels sind folgende:

Horizontal-Umfang	362 mm
Sagittal-Umfang (Nasenwurzel-Hinterhauptloch) . .	246 „

Digitized by Google

Grösste Länge (Stirnnasenwulst-Hinterhaupt) . . .	137	mm
Grösste Breite	100	„
Stirnbreite (kleinste oberhalb der Proc. zygomatici) .	60	„
Höhe	98	„

Die Capacität des Schädels betrug vor Entfernung der Dura mater 381 ccm, nach der Maceration 426 ccm (mit Wasser gemessen).

Das Gewicht des Gehirns war im frischen Zustande 345 g, woraus sich das Volum zu circa 330 ccm berechnen lässt.

Demnach beträgt die Differenz zwischen Capacität und Hirnvolum nicht weniger als 96 ccm = 27,6 %, also erheblich mehr als in den meisten anderen Fällen von Mikrocephalie; die Grösse der Differenz erklärt sich zum Theil aus dem vorhandenen Oedem der Pia mater.

Wie in allen Fällen von Mikrocephalie hohen Grades ist auch hier das Grosshirn am stärksten verkleinert, während das Kleinhirn weniger in der Entwickelung zurückgeblieben ist.

Die Windungen des Grosshirns sind in hohem Maasse vereinfacht, lassen aber im Ganzen durchaus die typischen Formen des menschlichen Gehirns erkennen, während anderntheils auch eine grosse Uebereinstimmung mit dem Gehirn der Anthropoiden unverkennbar ist. Keineswegs stellt das Gehirn eine congruente Verkleinerung des Normalen dar, entspricht aber auch nicht einem fötalen Gehirn. Vielmehr macht es den Eindruck, als habe die vereinfachte Modellirung der Oberfläche an einem Gehirn stattgehabt, welches in den Hauptformen auf einem frühen Stadium der Entwicklung stehen geblieben war.

Wenn nun auch das Mikrocephalen-Gehirn das Produkt einer pathologischen Störung ist, so bildet es doch in seiner vereinfachten rudimentären Bildung ein sehr wichtiges Vergleichs-Object, einerseits mit dem normalen menschlichen, andererseits mit dem Anthropoiden-Gehirn, und besonders das Gehirn des Völp erscheint hierzu in hohem Maasse geeignet.

Digitized by Google

Von besonderem Interesse ist das Verhalten der Windungen des Stirnlappens, sowie die Bildung der Insel und der Fossa Sylvii, namentlich mit Rücksicht auf die noch immer lebhaft discutirte Deutung der Furchen und Windungen des Stirnhirns der höheren Affen.

An dem Gehirn des Völp zerfallen beide Stirnlappen durch eine tiefe Längsfurche in eine obere (mediale) und eine untere (laterale) Abtheilung. Auf der rechten Seite ist die Längsfurche ununterbrochen; sie geht aus dem unteren Theil der Präcentralfurche hervor, welche die vordere Centralwindung in ihrer ganzen Länge begleitet. Links besteht die Präcentralfurche aus einem kleinen oberen und einem grösseren unteren Abschnitt; die von diesem letzteren ausgehende Längsfurche ist in der Mitte durch eine schmale Windung unterbrochen. Die obere Abtheilung des linken Stirnlappens ist durch eine kurze Längsfurche in zwei schmale parallele Windungen getheilt, welche sich oberhalb der Spitze vereinigen, während rechts an Stelle der Längsfurche eine schräge Furche ziemlich parallel der Präcentralfurche vorhanden ist.

Die untere (laterale) Abtheilung beider Stirnlappen wird durch eine kräftig entwickelte mehrfach geschlängelte Windung gebildet, welche oberhalb der Spitze mit der oberen Abtheilung in Verbindung tritt.

Der hintere Ast der Fissura Sylvii ist gut ausgebildet, wenn auch verhältnissmässig kurz und steil; kurz vor dem Limen insulae beginnt an der Orbitalfläche eine stark ausgeprägte Furche, welche sich im Bogen um den Aussenrand des Stirnlappens auf dessen convexe Fläche begiebt. Zwischen dieser Furche und dem hinteren Ast der Fissura Sylvii ist ein nach abwärts zugespitztes keilförmiges Gebiet vorhanden, welches nach aufwärts in das sehr unvollkommen ausgebildete Operculum und in das untere Ende der vorderen Centralwindung übergeht. Die Grenze zwischen Operculum und dem unterhalb desselben befindlichen keilförmigen Gebiet wird rechts durch eine kurze

Digitized by Google

horizontal verlaufende Furche dargestellt, welche links kaum angedeutet ist. Die Orbitalfurche bildet beiderseits einen einfachen dreistrahligen Stern.

Die vordere Centralwindung ist gut ausgebildet, die hintere ganz rudimentär; die Bogenwindungen des unteren Scheitelläppchens, sowie die Schläfenwindungen im Ganzen gut entwickelt; das sehr kleine obere Scheitelläppchen wird rechts durch einen tiefen Einschnitt von dem sehr vereinfachten Hinterhauptlappen abgegrenzt, während links die Parieto-occipitalfurche sehr wenig in die Hemisphärenkante einschneidet. Die Interparietalfurche ist beiderseits stark ausgeprägt.

Mit Rücksicht auf die neuerdings besonders von Eberstaller betonte Eintheilung des Stirnlappens in 4 Längswindungen, welche durch die Längstheilung der mittleren Stirnwindung durch eine mittlere Stirnfurche bedingt ist, könnte man versucht sein, die beiden Hauptabtheilungen des Stirnlappens am vorliegenden Gehirn so zu deuten, dass die obere aus einer Verschmelzung (unvollkommenen Sonderung) der normalen ersten und der medialen Hälfte der zweiten Stirnwindung hervorgegangen sei, während die untere Abtheilung die laterale Hälfte der zweiten Stirnwindung mit Einschluss der dritten, oder vielleicht gar nur die erstere darstellte. In diesem Falle würde die Hauptlängsfurche der mittleren Stirnfurche Eberstaller's entsprechen. Diese Auffassung würde mit der Deutung des Stirnhirns der niederen und höheren Affen durch denselben Autor, sowie durch Hervé und Andere übereinstimmen.

Ich bin jedoch der Ansicht, dass diese Auffassung für den vorliegenden Fall nicht richtig ist, dass vielmehr die obere Abtheilung die erste und zweite Stirnwindung, die untere die dritte Stirnwindung darstellt. Eine Zweitheilung der zweiten Stirnwindung ist allerdings auch hier — wie so häufig am normalen menschlichen Gehirn — vorhanden, aber sie betrifft nur den vordersten Abschnitt. Die aus der Präcentralfurche hervorgehende Längsfurche, welche die obere Grenze der lateralen Windung bildet, ist demnach die untere Stirnfurche (f^2).

Digitized by Google

Links ist diese von der mittleren Stirnfurche getrennt, rechts geht sie in dieselbe über.

Die Beurtheilung der lateralen Windung des Stirnlappens hängt innig mit der Frage zusammen, welche Furche dem vorderen Aste der Fissura Sylvii des normalen Gehirns, oder genauer, der vorderen Grenze der Insel entspricht.

Bischoff betrachtete als Aequivalent des vorderen Astes der Fissura Sylvii bei den Anthropoiden eine kurze horizontal oder etwas nach aufwärts gerichtete Furche, welche am unteren Rande des Operculum in den hinteren Ast der Fissura Sylvii übergeht, während Pansch (beim Gorilla) eine grössere von der Orbitalfläche auf die Convexität übergehende Furche (Sulc. orbitalis ext. oder fronto-orbitalis der Autoren) in jenem Sinne deutete. Dem entsprechend schrieb Bischoff den höheren Affen nur eine ganz rudimentäre dritte Stirnwindung zu, während Pansch die ganze laterale Windung, welche im Bogen jene grössere mehr nach vorn gelegene Furche umgiebt, als solche auffasste. Der Ansicht Bischoffs schlossen sich bei weitem die meisten Hirnanatomen an, so besonders Broca, Rüdinger, Hervé, Eberstaller und neuerdings Waldeyer.

Dieselbe Meinungsverschiedenheit besteht bezüglich der dritten Stirnwindung der Mikrocephalen, welchen Bischoff, zuerst bei der Beschreibung des Gehirns der Helene Becker, eine ausgebildete dritte Stirnwindung ebenso absprach, wie den Anthropoiden. Rüdinger, Giacomini und Andere sind ihm hierin gefolgt. Ich habe bereits bei einer früheren Gelegenheit [1]) die Ansicht geäussert, dass den Mikrocephalen eine ausgebildete dritte Stirnwindung (wenigstens in der Regel) thatsächlich zukommt, habe auch das Verhalten der einzelnen Theile der Fissura Sylvii zur Insel bei der Mikrocephalie erörtert, ohne jedoch näher auf die Frage, besonders auf den Vergleich mit

1) F. Marchand, Beschreibung dreier Mikrocephalen-Gehirne nebst Vorstudien zur Anatomie der Mikrocephalie in Nova Acta der Ksl. Leop.-Carol. Akademie. Bd. LIII. 1889. 1890.

Digitized by Google

dem Gehirn der Anthropoiden einzugehen. Das Gehirn des G. Völp scheint mir nun besonders geeignet, diese Frage zur Entscheidung zu bringen. Es ist dabei unerlässlich, zunächst auf das Verhalten der Fossa Sylvii beim Foetus zurückzugehen.

Die Fossa Sylvii wird bekanntlich beim menschlichen Foetus von 5—6 Monaten durch drei Furchen begrenzt, welche ich als obere, vordere und hintere (untere) Randfurche der Insel bezeichnet habe. (l. c. S. 203). Schnopfhagen[1]) hat später ziemlich dieselbe Benennung (»Inselgrenzfurchen«, sulcus marginalis superior, anterior, inferior) vorgeschlagen.

Durch das Aneinanderrücken des hinteren und des oberen freien Randes entsteht der hintere Ast, durch das Zusammentreten des vorderen und des oberen Randes der vordere aufsteigende Ast der Fissura Sylvii. Beim Menschen kann durch nochmaliges Einknicken des vorderen Randes noch ein vorderer horizontaler Ast zu Stande kommen.

Bereits bei derselben Gelegenheit[2]) habe ich darauf hingewiesen, dass man bei Gehirnen mit freiliegender Insel nicht die einzelnen Schenkel der ausgebildeten Fissura Sylvii aufsuchen darf, dass man vielmehr auf den fötalen Zustand zurückgehen muss. In der That ist dies das einzig logische Verfahren, denn wenn die Insel freiliegt, d. h. wenn die Ränder der Fossa Sylvii nicht aneinander getreten sind, so fehlt eben die Hauptbedingung zur Bildung der sogenannten Aeste oder Schenkel der Fissura Sylvii, die ja eigentlich nur die an der freien Oberfläche des Gehirns zum Ausdruck kommende nachträgliche Veränderung darstellen.

Nun lehrt aber die einfache Betrachtung, dass sowohl bei den Anthropoiden (noch mehr bei den niederen Affen), als auch bei allen Mikrocephalen höheren Grades ein vollständiger Abschluss der Fossa Sylvii nicht stattfindet, dass vielmehr die Insel mehr oder weniger freiliegt.

---

1) Schnopfhagen, Die Entstehung der Windungen des Grosshirns. Wien 1891.

2) l. c. S. 203.

Digitized by Google

Bei den niederen und höheren Affen finden wir nur einen ausgebildeten Ast der Fissura Sylvii, nämlich den hinteren; diejenige Furche, welche am unteren Rand des Operculum verläuft, setzt sich bei den Anthropoiden noch eine Strecke weit nach vorn fort, mehr oder weniger bogenförmig nach aufwärts gekrümmt; sie ist aber fast vollständig auf die Basalfläche gelangt.

Diese Furche kann nur als das vordere Ende der oberen Randfurche der Insel (auch als Sulc. opercularis bezeichnet) aufgefasst werden; das unterhalb (medianwärts) der Furche gelegene Gebiet ist demnach der Insel zugehörig. Die Frage, ob die Furche homolog dem vorderen (aufsteigenden oder horizontalen) Ast des menschlichen Gehirns ist, erledigt sich dadurch von selbst; es fehlt eben die Grundbedingung zur Ausbildung dieses vorderen Astes, da der vordere Rand der Insel gar nicht mit dem oberen zusammenstösst.

Die zweite sehr viel stärker ausgeprägte (an dem mir vorliegenden Gehirn eines jungen Chimpanse über einen Centimeter tiefe) Furche, die sogenannte äussere Orbitalfurche oder Sulc. fronto-orbitalis, grenzt das unterhalb der ersteren gelegene Gebiet der Insel von der eigentlichen Orbitalfläche ab; sie stellt also nichts Anderes dar, als die vordere Randfurche der Insel, deren oberes Ende aber durch einen gewissen Abstand von dem vorderen Ende der oberen Randfurche getrennt bleibt. Hierdurch haben sich augenscheinlich viele Beobachter täuschen lassen. Der vordere freiliegende Theil der Insel tritt so vollständig an das Niveau der fronto-orbitalen Oberfläche, dass das für das menschliche Gehirn normale Verhalten ganz undeutlich wird. Je weiter die Entwickelung des Stirnlappens zurückbleibt, desto mehr verschmälert sich das Gebiet der eigentlichen Orbitalfläche, während das Inselgebiet mehr und mehr nach vorn rückt. Je mehr der Stirnlappen an Masse zunimmt, desto mehr wölbt sich der vordere Theil des Operculum über die Insel hinweg, desto mehr drängt sich auch der Rand des Stirnlappens über die vordere Randfurche hervor, wodurch die

Digitized by Google

Insel von vorn abgeschlossen, und der vordere Ast der Fissura Sylvii ausgebildet wird.

Wenn man die sog. Fronto-orbitalfurche nicht als vordere Randfurche der Insel betrachtet, so wird man vergeblich nach einer homologen Furche am Stirnhirn des Menschen suchen; ebenso bleibt auch das zwischen dieser und der Orbitalfurche gelegene Gebiet vollständig herrenlos, wenn man das hinter dem Sulc. fronto-orbitalis gelegene Gebiet als dritte Stirnwindung der Anthropoiden auffasst. Die Auffassung des S. fronto-orbitalis als eine äussere Orbitalfurche ist nicht haltbar, da erstens ihre Lage damit nicht übereinstimmt, und zweitens die Orbitalfurche vollständig ausgebildet daneben vorhanden ist. Eberstaller[1]), welcher die Gründe gegen diese Identificirung mit vollem Recht betont, betrachtet nun jene Furche als homolog der unteren Stirnfurche des menschlichen Gehirns, wenn auch vielleicht der untere Theil der Furche mit einem Theil der Orbitalfurche übereinstimmen könnte. Eberstaller macht darauf aufmerksam, dass bei niederen Affen eine der fronto-orbitalen homologe Furche sich ebenfalls findet. (S. auch Waldeyer[2]). Waldeyer schliesst sich im Ganzen der Auffassung Eberstallers an[3]), nennt aber an anderer Stelle das Verhalten des S. fronto-orbitalis beim Menschen vielfach wechselnd und abweichend.

Nun kann aber die Deutung der Furche als untere Stirnfurche unmöglich richtig sein; unmöglich kann das ursprünglich vordere Ende dieser Furche beim Anthropoiden-Gehirn nach hinten und abwärts gegen die Inselschwelle gerichtet sein, ja wenn man die auch für mich nicht zweifelhafte Homologie der Furche mit der bei niederen Affen vorkommenden in Betracht zieht, müsste hier eine vollständige Umkehr dieser Furche in

1) Eberstaller, Das Stirnhirn. Wien 1890. S. 120.

2) Waldeyer, Sylvische Furche und Reil'sche Insel des Genus Hylobates, Sitzungsberichte der Akad. d. Wissensch. zu Berlin. 1891. XVI. S. 7.

3) Derselbe, Das Gibbon-Hirn, Internationale Beiträge zur wissenschaftlichen Medicin, Virchow-Festschrift. Bd. I. 1891.

Digitized by Google

der Art stattgefunden haben, dass das ursprünglich an der Präcentralfurche festgelegte hintere Ende zum vorderen, das ursprünglich vordere Ende zum hinteren geworden wäre.

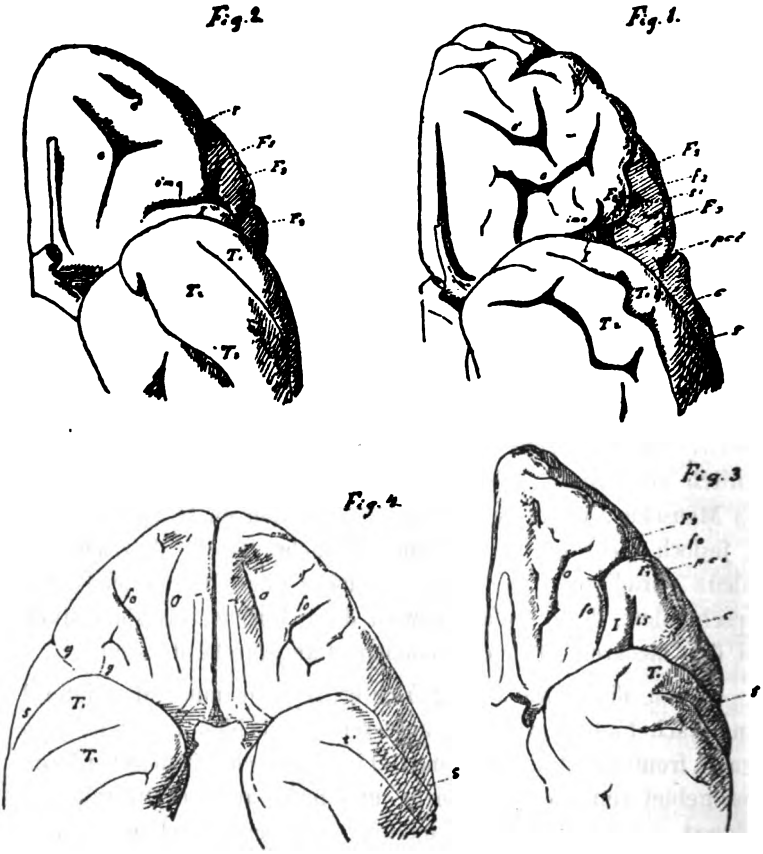
Besonders beweisend ist aber, dass am Chimpanse-Gehirn (wenigstens an dem mir vorliegenden) beide Furchen, erstens eine sehr ausgesprochene untere Stirnfurche in Verbindung mit der Präcentralfurche, und zweitens eine von derselben ganz getrennte Fronto-orbitalfurche vorhanden ist.

Die Deutung der Stirnfurchen bei den niederen Affen ist nicht ohne Schwierigkeit. Was zunächst den Sulcus-fronto-orbitalis anlangt, so ist derselbe bei Cynocephalus, Macacus u. a. deutlich nachweisbar, und zwar in Gestalt eines flachen Bogens lateral von der eigentlichen Orbitalfurche. Beide Furchen sind ähnlich angeordnet, wie die beiden Schenkel der Orbitalfurche des Menschen, wenn sie die Form des Sillon en H besitzt; dies ist jedoch nicht die Grundform, vielmehr ist die Bezeichnung Sulcus triradiatus passender; je mehr die Orbitalfläche sich verschmälert, desto einfacher wird diese Furche, bis sie endlich bei den niederen Affen eine einfache Längsfurche darstellt.

Wenn diese Auffassung richtig ist, so muss das lateral (und nach hinten) von der äusseren der beiden Furchen, also dem S. fronto-orbitalis gelegene Gebiet identisch mit dem vorderen Inselgebiet sein, welches mehr und mehr auf die Orbitalfläche gelangt ist, während die letztere sich mehr und mehr verschmälert hat.

Den Sulcus rectus (Sillon rostral, S. principalis Waldeyer) betrachte ich als untere Stirnfurche, welche allerdings von dem S. praecentralis getrennt, und entsprechend der zugespitzten, gestreckten Form des Stirnlappens mehr nach vorn geschoben ist. Möglicherweise kann in ihren vorderen Enden der Sulc. frontalis medius mitenthalten sein. Ein Rudiment der ersten Stirnfurche sowie des oberen Abschnittes der Präcentralfurche findet sich in dem hinteren Theile der breiten medialen Abtheilung des Stirnlappens. Der horizontale Schenkel des Sulcus

Digitized by Google



Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Untere Fläche des linken Stirnlappens eines normalen menschlichen Gehirns, nach einem Salpetersäure-Gehirn.

Fig. 2. Untere Fläche des linken Stirnlappens des G. Völp.

Fig. 3. Untere Fläche des linken Stirnlappens eines jungen Chimpanse.

Fig. 4. Untere Fläche beider Stirnlappen von Cynocephalus ursinus.

Alle Figuren etwas verkleinert.

o Sulcus orbitalis; *o*¹ Nebenfurche; *fo.* Fronto-orbitalfurche gleichbedeutend mit *ima*, vordere Randfurche der Insel; *is* Obere Randfurche der Insel; *s* Fissura Sylvii; *s*¹ vorderer Ast der Fissura Sylvii; *c* Centralfurche; *pci* Untere Abtheilung der Präcentralfurche; *f*² Zweite (untere) Stirnfurche; *r* Sulcus radiatus; *g* Gefässfurchen; F_3 dritte Stirnwindung; *I* Vorderer Theil der Insel; T_1 Erste, T_2 zweite Schläfenwindung.

Digitized by Google

arcuatus, welcher in der Mitte zwischen oberer und unterer Stirnfurche, also im Bereiche der zweiten Stirnwindung liegt, würde demnach einen hinteren S. frontalis medius darstellen, welcher sich auch am Gehirn des Chimpanse (doch nicht immer in Verbindung mit dem oberen Ende der Präcentralfurche), sowie am menschlichen Gehirn als oberes nach vorn gerichtetes Endstück der unteren Präcentralfurche nachweisen lässt.

Die unterhalb des Sulcus rectus gelegene Windung, welche den lateralen Rand des Stirnlappens einnimmt, und sich zwischen Fronto-orbital- und Orbitalfurche auf die Orbitalfläche begiebt, stellt demnach auch bei den niederen Affen die dritte Stirnwindung dar.

An dem Gehirn des Georg Völp tritt nun das Verhältniss des sog. sulcus fronto-orbitalis zur Insel und zur dritten Stirnwindung sehr klar hervor; andererseits ist auch die Uebereinstimmung mit dem Anthropoiden-Gehirn unverkennbar, besonders beim Vergleich dieses Gehirns in der Seitenansicht mit der Abbildung des Chimpanse-Gehirns von J. Müller[1]). Auf der rechten Seite kommt das vordere Ende des Sulc. marginalis superior (Sulcus opercularis) in ganz ähnlicher Weise zum Vorschein, wie bei den Anthropoiden, links ist die Furche äusserlich nicht sichtbar. Die dritte Stirnwindung geht beiderseits aus dem unteren Ende der vorderen Centralwindung hervor, umgiebt im Bogen das obere Ende des sog. sulcus fronto-orbitalis (s. margin. anterior), und theilt sich nach vorn in zwei Aeste, von denen der eine zwischen jener und der Orbitalalfurche auf die Orbitalfläche übergeht, während der zweite oberhalb des Randes der Orbitalfläche mit der zweiten Stirnwindung (lateraler Abth.) in Verbindung tritt; der vordere Ast wird am unteren Rande durch eine dreistrahlige Furche (S. radiatus) abgegrenzt.

Es ist nun noch erforderlich, etwas genauer das Verhalten der Insel an dem Gehirn des Mikrocephalen zu erörtern.

---

1) Archiv f. Anthropologie, Bd. XVII. 1887. S. 173.

Digitized by Google

Guldberg[1]) und Eberstaller[2]) haben das Verdienst, die Zweitheilung der Insel durch eine Hauptfurche in eine vordere (frontale) und eine hintere (parietale) Abtheilung nachgewiesen zu haben. Schnopfhagen ist ihnen hierin beigetreten, ebenso Waldeyer für das Gibbon-Gehirn.

An dem Gehirn des Völp findet sich ein in seiner Einfachheit geradezu typisches Verhalten. Zur Freilegung der Insel wurde (an dem bereits stark gehärteten Gehirn) die obere Schläfenwindung der linken Seite abgetragen; dabei zeigt sich, dass nur der hintere Theil des sehr rudimentären Operculum durch eine Furche von dem darunter liegenden schmalen Gebiet im Grunde der sehr wenig tiefen Fissura Sylvii abgegrenzt wird. Hinter der bereits äusserlich sichtbaren, keilförmig gestalteten Windung, welche unmittelbar aus dem vorderen Theil des Operculum hervorgeht, findet sich eine zweite etwas schmälere und leicht geschlängelte Windung, welche nach hinten von der hinteren Randfurche der Insel begrenzt wird. Von der vorderen Windung ist dieselbe durch eine Furche getrennt, welche oberhalb des Limen insulae flach beginnend sich nach aufwärts vertieft, und hier unter einem stumpfen Winkel in die obere Grenzfurche der Insel übergeht. Die Furche stellt gewissermassen die ideale Fortsetzung des Sulcus centralis dar, so dass der Name Sulcus centralis insulae vollständig berechtigt erscheint.

Vergleichen wir diese Anordnung der Insel mit den von Waldeyer gegebenen Abbildungen vom Gibbon, so finden wir eine grosse Uebereinstimmung, besonders mit der Fig. 1; nur ist hier die vordere Insel verhältnissmässig breit, da wir, wie aus dem oben Gesagten hervorgeht, auch den unterhalb der als *S a* bezeichneten Furche gelegenen Theil der Insel zurechnen müssen. Am oberen Rande dieses vorderen Teils findet sich

---

1) A. Guldberg, Zur Morphologie der Insula Reilii, Anat. Anzeiger. II. 1887. S. 659.

2) Eberstaller, Zur Anatomie und Morphologie der Insula Reilii. Daselbst S. 739.

Digitized by Google

eine Einkerbung als erster Ausdruck der beim Menschen vorhandenen weiteren Theilung des vorderen Inselgebietes.

Bei anderen Mikrocephalen finden sich ganz ähnliche Verhältnisse, wenn auch nicht immer so typisch, wie an dem Gehirn des Völp. Ich verweise hier besonders noch auf das von mir früher beschriebene Gehirn des Mikrocephalen Heyl, welches auf der rechten Seite eine der normalen bereits sehr nahe stehende Anordnung der dritten Stirnwindung und eine nur wenig freiliegende Insel zeigt, während links die Verhältnisse sehr denen bei Völp gleichen[1]). Die Insel ist beiderseits ausserordentlich einfach, lässt aber deutlich eine hintere und eine vordere Abtheilung erkennen, welche durch eine flache Vertiefung von einander geschieden sind. An der rechten Hemisphäre dieses Gehirnes erstreckt sich sogar das untere Ende der Centralfurche noch auf den Abhang des Operculum, und geht fast unmittelbar in die Centralfurche der Insel über.

Auf eine nochmalige genauere Schilderung der Insel und der Stirnwindungen dieses Gehirns werde ich bei der ausführlichen Beschreibung des Mikrocephalen Völp zurückkommen.

Von besonderer Wichtigkeit ist nun noch das Verhalten der Durchschnitte der linken Grosshirnhemisphäre des Völp. Vorläufig wurden 4 Durchschnitte in ungefähr frontaler Richtung gemacht, von welchen der erste durch den hinteren oberen Theil der vorderen Insel an ihrem Uebergang in das Operculum, sowie die Mitte der hinteren Inselwindung und an der Medianfläche dicht hinter der vorderen Commissur und durch das Infundibulum hindurchgeht. (Später wurde noch ein fünfter Durchschnitt weiter nach vorn hinzugefügt.) Der Seitenventrikel ist wenig erweitert (etwas stärker das Hinterhorn); die graue Rinde besitzt eine durchschnittliche Dicke von 2—3 mm. Den Inselwindungen entsprechend kommt das Claustrum, sowie der Linsenkern, am

1) Ich bemerke, dass auf der Taf. XV (5) Fig. 2 meiner Arbeit irrthümlich der Buchstabe s^a an eine falsche Stelle, nämlich gerade an die obere Grenzfurche der Insel gekommen ist; aus dem Text S. 365 geht hervor, dass er der weiter nach vorn gelegenen Furche zukommt.

Digitized by Google

Boden des Seitenventrikels der Streifenhügel zum Vorschein. Die grossen Ganglien erstrecken sich noch erheblich weiter nach vorn. Wollte man noch an der Bedeutung der als vorderer Theil der Insel bezeichneten Windung zweifeln, so müsste das Verhältniss dieser Windung zu der in der Tiefe befindlichen grossen Ganglien jeden Zweifel lösen. Je mehr das Stirnhirn in der Entwicklung zurücktritt, desto mehr rückt — ebenso wie äusserlich das Gebiet der Insel, so auch im Innern der Streifenhügel und Linsenkern nach vorn.

Der Vortrag wurde durch Vorlegung der Schädelausgüsse sowie des Gehirnes des Völp, eines Gypsmodelles und zahlreicher Zeichnungen desselben, sowie einer Anzahl von Vergleichs-Objecten erläutert.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 9. März 1892 sprach Herr Prof. Dr. H. Weber:

Ueber Abel'sche Zahlkörper dritten und vierten Grades.

Der Kronecker'sche Satz, dass alle Abel'schen Zahlkörper, d. h. die aus Wurzeln Abel'scher Gleichungen im absoluten Rationalitätsbereich gebildeten Zahlkörper Kreistheilungskörper sind, ist in seiner Allgemeinheit bewiesen in einer Abhandlung von mir in den Acta Mathematica, Bd. 8, und es ist in einer späteren Fortsetzung (ebenda Bd. 9) der Weg angegeben, wie man aus Wurzeln der Einheit alle Abel'schen Körper und jeden nur einmal bilden kann. Die in diesen Abhandlungen angewandten Hilfsmittel sind zum Theil schwer zu handhaben und bis jetzt noch wenig in den Allgemeinbesitz der Mathematiker übergegangen. In den beiden ersten Fällen der Abel'schen Zahlkörper dritten und vierten Grades aber hat man diese Hilfsmittel nicht nöthig, und es ist daher angemessen, wie ich es schon mehrfach und auch in diesem Semester in meinen Vorlesungen gethan habe, diese Fälle besonders und mit elementaren Hilfsmitteln zu behandeln.

Digitized by Google

§ 1.

Ich stelle zunächst die wenigen Hilfssätze aus der Zahlentheorie und aus der Theorie der Kreistheilung zusammen, die ich im Folgenden benutzen muss.

1. Wenn n eine beliebige ganze Zahl ist, so genügen die $n$ten Einheitswurzeln einer rationalen irreducibeln ganzzahligen Gleichung vom Grade m. Sind $p_1, p_2, \ldots$ die in n aufgehenden von einander verschiedenen Primzahlen und $n = p_1^{\pi_1} p_2^{\pi_2} \ldots$, so ist

$$m = \varphi(n) = p_1^{\pi_1 - 1}(p_1 - 1)\, p_2^{\pi_2 - 1}(p_2 - 1) \ldots$$

Die Gruppe dieser Gleichung besteht aus den sämmtlichen Substitutionen

$$(r, r^s),$$

wenn s die Reihe der zu n theilerfremden Zahlklassen (modulo n) durchläuft, und ist also eine Abel'sche. Sie ist isomorph mit der Gruppe S der Zahlen s selbst, wenn diese durch Multiplikation zusammengesetzt werden. Durchläuft a die Zahlen einer Gruppe A, die ein Theiler von S ist, so heissen die Summen

(1) . . . . . $\omega = \Sigma r^a$.

Die Kreistheilungs-Perioden im allgemeinen Sinne.

Der Grad f von A muss ein Theiler von m sein und der Quotient $m : f = e$ heisst der Index der Gruppe A oder der Periode ω. Setzt man in ω die verschiedenen Einheitswurzeln r, so erhält man höchtens e-Werthe, und diese genügen einer rationalen Gleichung $e$ten Grades.

2. Ist n eine Primzahl und $ef = n - 1$, so erhält man aus ω die Perioden im engeren Sinn

(2) . . . $\eta = r + r^{g^e} + r^{g^{2e}} + \ldots + r^{g^{(f-1)e}}$,

wenn g eine primitive Congruenzwurzel der Primzahl n bedeutet. Die e-Werthe von η sind stets von einander verschiedene und sollen mit

$$\eta_0, \eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_{e-1}$$

bezeichnet werden. Wir führen die folgenden speciellen Fälle an.

Digitized by Google

a) Ist $e = 2$, was bei jeder ungeraden Primzahl n vorkommen kann, so ist

(3) . . . . . $\eta_0 - \eta_1 = \sqrt{(-1)^{\frac{n-1}{2}} n}$,

wo das Vorzeichen der Quadratwurzel von der Wahl der Wurzel r abhängt und sich bestimmen lässt, was aber hier nicht nothwendig ist.

b) Ist $e = 3$, also n eine Primzahl von der Form $6N+1$, und ist ϱ eine imaginäre dritte Einheitswurzel und

(4) . . . . $(\varrho, \eta) = \eta_0 + \varrho\,\eta_1 + \varrho^2 \eta_2$,

so ergiebt sich

(5) . . . . . $(\varrho, \eta)\,(\varrho^2, \eta) = n$

und

(6) . . $(\varrho, \eta)^3 = n(a + b\varrho)$, $(\varrho^2 \eta)^3 = n(a + b\varrho^2)$

(7) . . . . . $(a + b\varrho)\,(a + b\varrho^2) = n$,

wenn a, b ganze Zahlen sind.

Es sind also $a + b\varrho$, $a + b\varrho^2$ die beiden complexen Primfactoren der im Körper (ϱ) zerlegbaren Zahl n.

Diese Zahlen sind bis auf einen Einheitsfactor $(\pm 1, \pm\varrho, \pm\varrho^2)$ völlig bestimmt, und auch dieser Einheitsfactor ist durch die Formeln (6) bestimmt. Diese Bestimmung ist aber für uns hier nicht nöthig.

c) Ist $e = 4$, also n eine Primzahl von der Form $4N+1$, so setzen wir

$$\begin{aligned}(\ \ i, \eta) &= \eta_0 + i\,\eta_1 - \eta_2 - i\,\eta_3\\ (-1, \eta) &= \eta_0 - \ \eta_1 + \eta_2 - \ \eta_3\\ (-i, \eta) &= \eta_0 - i\,\eta_1 - \eta_2 + i\,\eta_3,\end{aligned}$$

und erhalten die Formel

$$(i, \eta)^2 = \sqrt{n}\,(a + b\,i),\ (-i, \eta)^2 = \sqrt{n}\,(a - b\,i)$$

(8) . . . . . $(-1, \eta) = \sqrt{n}$

$$(a + b\,i)\,(a - b\,i) = n.$$

Es sind also jetzt $a + bi$, $a - bi$ die beiden complexen Primfactoren der im Körper der Gauss'schen imaginären Zahlen (i) zerlegbaren Zahl n.

Digitized by Google

§ 2.

Es seien x_0, x_1, x_2 die Wurzeln einer cubischen Abel'scher Gleichung und ϱ eine imaginäre dritte Einheitswurzel; ferner

$$(1) \quad \begin{array}{l} (\varrho, x_0) = x_0 + \varrho\, x_1 + \varrho^2 x_2 \\ (\varrho^2, x_0) = x_0 + \varrho^2 x_1 + \varrho\, x_2. \end{array}$$

Nach der Voraussetzung ist dann

$$(2) \quad \begin{array}{l} (\varrho, x_0)^3 = A + B\varrho \\ (\varrho^2, x_0)^3 = A + B\varrho^2 \end{array}$$

$$(\varrho, x_0)\,(\varrho^2, x_0) = m$$

$$(3) \quad (A + B\varrho)\,(A + B\varrho^2) = m^3,$$

worin A, B, m rationale Zahlen sind.

Sind $q_1, q_2 \ldots$ Primzahlen der Form $3N+2$, die also auch im Körper (ϱ) unzerlegbar sind, $p_1, p_2 \ldots$ Primzahlen von der Form $3N+1$, die also im Körper ϱ in zwei conjugierte Primfactoren

$$p_1 = \pi_1 \pi_1', \; p_2 = \pi_2 \pi_2' \ldots$$

zerlegbar sind, wo π_1 z. B. von der Form $a + b\varrho$ ist, so können die beiden Zahlen $A + B\varrho$, $A + B\varrho^2$ folgendermassen in Primfactoren zerlegt werden:

$$(4) \quad \begin{array}{l} A + B\varrho = (-\varrho)^\lambda \sqrt{-3}^h q_1^{k_1} q_2^{k_2} \ldots \pi_1^{\nu_1} \pi_1'^{\nu_1'} \pi_2^{\nu_2} \pi_2'^{\nu_2'} \ldots \\ A + B\varrho^2 = (-\varrho^2)^\lambda (-\sqrt{-3})^h q_1^{k_1} q_2^{k_2} \ldots \pi_1^{\nu_1'} \pi_1'^{\nu_1} \pi_2^{\nu_2'} \pi_2'^{\nu_2} \ldots \end{array}$$

worin $\lambda, h, k_1, k_2, \ldots \nu_1, \nu_1', \nu_2, \nu_2', \ldots$ irgendwelche positive oder negative ganze Zahlen sind.

Da nun nach (3) das Product der beiden Zahlen (4) der Cubus einer rationalen Zahl ist, so folgt:

$$(5) \quad h \equiv 0,\; k_1 \equiv 0,\; k_2 \equiv 0, \ldots,\; \nu_1 + \nu_1' \equiv 0,\; \nu_2 + \nu_2' \equiv 0 \ldots \pmod 3.$$

Wegen der hinzugefügten Einheit $(-\varrho)^\lambda$ können die π_1, $\pi_1' \ldots$ unter den associierten Factoren von $p_1 \ldots$ beliebig ausgewählt werden, also auch so wie es die Formel § 1 (6) ergiebt. Demnach ist

Digitized by Google

$$\pi = (\varrho, \eta)^3 p^{-1}$$
$$\pi' = (\varrho, \eta)^3 p^{-1}$$

also

(6) . . . $\pi^\nu \pi'^{\nu'} = (\varrho, \eta)^{3\nu} (\varrho^2, \eta)^{3\nu'} p^{-(\nu+\nu')}$,

wenn η_0, η_1, η_2 die dreigliedrigen Perioden der $p$ten Einheitswurzeln bedeuten.

Hiernach ergiebt sich mit Rücksicht auf (5), dass die rechten Seiten von (4), mit Ausnahme der Factoren $(-\varrho)^\lambda$, $(-\varrho^2)^\lambda$ vollständige Cuben sind von Ausdrücken, die rational aus $p$ten Einheitswurzeln und ϱ zusammengesetzt sind, und da ϱ selbst der Cubus einer neunten Einheitswurzel ist, so können wir in (2) die dritte Wurzel ausziehen und erhalten, wenn wir jede aus Einheitswurzeln rational zusammengesetzte Zahl eine Kreistheilungszahl nennen, den Satz:

Die Wurzeln einer cubischen Abel'schen Gleichung sind Kreistheilungszahlen.

Ich habe absichtlich nicht in den Satz mit aufgenommen, was unsere Ableitung über die Natur der in den Ausdruck vorkommenden Einheitswurzel lehrt, weil wir nachher ganz genau diese Ausdrücke alle bestimmen werden.

§ 3.

Unter den biquadratischen Abel'schen Gleichungen mit den Wurzeln x_0, x_1, x_2, x_3 giebt es zwei Arten, nämlich die irregulären, deren Gruppe aus den vier Vertauschungen

1. (01) (23), (02) (13), (03) (12)

besteht, und die regulären, deren Gruppe aus den cyklischen Vertauschungen

1. (0, 1, 2, 3), (0, 2) (1, 3), (0, 3, 2, 1)

besteht.

Bei der ersten Art sind die drei Quadrate

$(x_0 + x_1 - x_2 - x_3)^2$, $(x_0 - x_1 + x_2 - x_3)^2$, $(x_0 - x_1 - x_2 + x_3)^2$

und das Product

$$(x_0 + x_1 - x_2 - x_3)(x_0 - x_1 + x_2 - x_3)(x_0 - x_1 - x_2 + x_3)$$

Digitized by Google

rationale Zahlen, und daraus folgt, dass, wenn a, b, c, e, A, B rationale Zahlen bedeuten, x_0 die Form hat

$$(1) \quad . \; . \quad x_0 = a + b\sqrt{A} + c\sqrt{B} + e\sqrt{AB},$$

woraus man x_1, x_2, x_3 durch Vorzeichenänderung der Wurzeln $\sqrt{A}$, $\sqrt{B}$ erhält.

Nach § 1 a) sind also x_0, x_1, x_2, x_3, nöthigenfalls unter Zuziehung von $\sqrt{-1}$, durch Einheitswurzeln ausdrückbar.

Für die zweite Art der biquadratischen Abel'schen Gleichungen setzen wir

$$(2) \quad . \; . \; . \quad \begin{aligned} (\;\; i, x_0) &= x_0 + i x_1 - x_2 - i x_3, \\ (-i, x_0) &= x_0 - i x_1 - x_2 + i x_3, \\ (-1, x_0) &= x_0 - \;\; x_1 + x_2 - \;\; x_3, \end{aligned}$$

und es sind

$$(3) \quad . \; . \quad (i, x_0)^4 = A + Bi, \; (-i, x_0)^4 = A - Bi$$

conjugierte complexe Zahlen, während $(-1, x_0)^2$ und das Product $(i, x_0)\,(-i, x_0)$ reelle rationale Zahlen sind.

Wir zerlegen nun die complexen Zahlen $A \pm Bi$ in ihre Primfactoren im Körper der Gauss'chen complexen Zahlen (i). Wir erhalten, wenn wir mit $q_1, q_2, \ldots$ Primzahlen der Form $4N+3$, mit π, π'; π_1, π_1'; ... die complexen Primfactore der Primzahlen der Form $4N+1$ bezeichnen, Ausdrücke von folgender Form:

$$(4) \quad \begin{aligned} A + Bi &= i^{\mu}\,(1+i)^{\lambda}\, q^{k}\, q_1^{k_1} \; . \; . \; \pi^{\nu}\, \pi'^{\nu'}\, \pi_1^{\nu_1}\, \pi_1'^{\nu_1'} \ldots \\ A - Bi &= i^{-\mu}(1-i)^{\lambda}\, q^{k}\, q_1^{k_1} \; . \; . \; \pi^{\nu'}\, \pi'^{\nu}\, \pi_1^{\nu_1'}\, \pi_1'^{\nu_1} \ldots \end{aligned}$$

worin die Exponenten $\mu, \lambda, k, k_1, \ldots, \nu, \nu', \nu_1, \nu_1'$ positive oder negative ganze Zahlen sind.

Das Product dieser beiden conjugierten Zahlen muss aber die vierte Potenz einer rationalen Zahl sein, und daraus ergiebt sich

$$(5) \quad \begin{gathered} k \equiv 0, \; k_1 \equiv 0 \; . \; . \pmod 2 \\ \lambda \equiv 0, \; \nu + \nu' \equiv 0, \; \nu_1 + \nu_1' \equiv 0 \; . \; . \pmod 4. \end{gathered}$$

Demnach können nach der Formel § 1 (3) die $(1+i)^{\lambda}, q^{k}, q_1^{k_1} \ldots$ als vierte Potenzen von Kreistheilungszahlen dargestellt werden, und es muss dasselbe noch von den Zahlen π, π' gezeigt werden.

Digitized by Google

Nach § 1 c) ist

(6) $\pi^2\pi' = (i,\eta)^4,\ \pi\pi'^2 = (-i,\eta)^4,\ \pi^2\pi'^2 = (-1,\eta)^4,$

und unser Ziel ist erreicht, wenn wir die ganzen Zahlen ξ, η, ζ so bestimmen können, dass

$$(i,\eta)^{4\xi}(-i,\eta)^{4\eta}(-1,\eta)^{2\zeta} = \pi^{3\xi+\eta+2\zeta}\pi'^{3\eta+\xi+1\zeta} = \pi^{\nu}\pi'^{\nu'}$$

wird. Dies fordert aber, dass

$$3\xi + \eta + 2\zeta = \nu$$
$$\xi + 3\eta + 2\zeta = \nu'$$

also

$$2\xi = \frac{\nu+\nu'}{4} + \frac{\nu-\nu'}{2} - \zeta$$
$$2\eta = \frac{\nu+\nu'}{4} - \frac{\nu-\nu'}{2} - \zeta$$

und hierin lässt sich ζ immer so bestimmen, dass die ganzen Zahlen linker Hand gerade Zahlen werden. Da nun auch $(-1, x_0)$ als Quadratwurzel aus einer rationalen Zahl durch Einheitswurzeln ausdrückbar ist, so ist damit auch hier der Satz allgemein bewiesen:

Alle Wurzeln biquadratischer Abel'scher Gleichungen sind Kreistheilungszahlen.

§ 4.

Wir wollen nun, auf diese Sätze gestützt, zeigen, wie man alle cubischen und biquadratischen Abel'schen Zahlkörper finden kann. Da man beliebig viele Einheitswurzeln immer als Potenzen von einer einzigen darstellen kann, so brauchen wir nur die Functionen einer Einheitswurzel r vom Grade n zu betrachten. Soll eine Kreistheilungszahl

(1) . . . . . $\omega = F(r)$

einer cubischen Gleichung genügen, so darf sie durch die Substitutionen der Gruppe vom Grade $m = \varphi(n)$, die wir oben (§ 1) mit S bezeichnet haben, nur drei Werthe annehmen. Wir müssen also Theiler A von S aufsuchen, die nur den dritten

Digitized by Google

Theil aller Zahlen s umfassen, oder deren Index $= 3$ ist. Dabei ist aber noch zu beachten, dass solche Zahlen ω auszuscheiden sind, die sich durch Einheitswurzeln niedrigerer Grade ausdrücken lassen, damit wir jeden der gesuchten Körper nur einmal, und auf die einfachste Weise dargestellt, erhalten.

Ist A ein Theiler von S vom Index 3, h eine nicht in A enthaltene Zahl von S, so ist auch h^2 nicht in A enthalten, da sonst die Gruppe $A + hA$, deren Grad kein Theiler von m ist, in S enthalten wäre, was nicht möglich ist.

Dagegen muss der Cubus einer jeden Zahl s in A enthalten sein und es kann die Gruppe S dargestellt werden durch

$$(2) \quad \ldots\ldots S = A + hA + h^2A$$

Um nun zu erkennen, welche Fälle wir auszuscheiden haben, bemerken wir folgendes: ist B eine in A enthaltene Gruppe und σ eine zu B gehörige Function von r, d. h. eine Function, die durch die Substitutionen von B ungeändert bleibt, dagegen durch die übrigen Substitutionen von S sich ändert, so kann ω rational durch σ ausgedrückt werden (nach bekannten allgemeinen Sätzen). Es sei nun q eine in n aufgehende Primzahl und

$$n = q^k n',$$

so dass q nicht mehr in n' aufgeht. Wir betrachten die Gruppe B, die aus den Zahlen b von S besteht, die der Congruenz genügen

$$(3) \quad \ldots\ldots b \equiv 1 \pmod{n'}$$

und zu der die Function $\sigma = r^{q^k}$, d. h. eine primitive n'te Einheitswurzel gehört. Setzen wir $c = q^{k-1}(q-1)$, so besteht nach dem Fermat'schen Satze bekanntlich für jede Zahl s, also auch für jede Zahl b die Congruenz

$$b^c \equiv 1 \pmod{q^k},$$

also auch wegen (3)

$$b^c \equiv 1 \pmod{n}.$$

Es ist also b^c in A enthalten. Andererseits ist auch b^3 in A enthalten, und wenn also c nicht durch 3 theilbar ist, so folgt

Digitized by Google

daraus, dass auch b selbst —, d. h. die ganze Gruppe B in A enthalten isi. Dann kann also ω durch eine Einheitswurzel der Ordnung n' ausgedrückt werden und dieser Fall ist also beiseite zu lassen.

Es sind also nur Primzahlen von der Form $3N+1$ und die Primzahl 3 mindestens in der zweiten Potenz in n aufzunehmen.

Ist $k>1$, so ist, wenn wir die Gruppe B der Zahlen

(4) . . . . . $b \equiv 1 \bmod q^{k-1} n'$

betrachten, zu der eine Einheitswurzel der Ordnung $n:q$ gehört

$$b = 1 + \lambda q^{k-1} n',$$

also nach den binomischen Lehrsatz

$$b^q \equiv 1 + \lambda q^k n' \equiv 1 \pmod{n},$$

also b^q in A enthalten; folglich wenn q von 3 verschieden ist, auch b selbst. Ist endlich $q=3$ und $k>2$, so ist, wenn die Gruppe B durch

$$b \equiv 1 \pmod{3^{k-1} n'}$$

definiert wird,

$$b = 1 + \lambda 3^{k-1} n' \equiv (1 + \lambda 3^{k-2} n')^3 \pmod{n},$$

also wiederum B in A enthalten. Aus alledem schliessen wir, dass wir

(6) . . . . . $n = q_1 q_2 \ldots . q_\nu$

setzen können, worin $q_1, q_2, \ldots, q_\nu$ von einander verschiedene Primzahlen der Form $3N+1$ oder $=9$ sind.

Nehmen wir n der Formel (6) gemäss an, so können wir ein System primitiver Wurzeln $g_1, g_2, \ldots, g_\nu$ bestimmen, so dass für jedes s die Indices $x_1, x_2, \ldots, x_\nu$ nach den Moduln $q_1-1, q_2-1, \ldots, q_\nu-1$ (für 9 nach dem Modul 6) durch die Congruenzen

(7) $s \equiv g_1^{x_1} \pmod{q_1}, \equiv g_2^{x_2} \pmod{q_2} \ldots \equiv g_\nu^{x_\nu} \pmod{q_\nu}$

bestimmt sind, oder wenn wir γ_1 aus

$$\gamma_1 \equiv g_1 \pmod{q_1}, \equiv 1 \pmod{q_2}, \ldots, \equiv 1 \pmod{q_\nu}$$

und analog $\gamma_2, \gamma_3 \ldots \gamma_\nu$ bestimmen

(8) . . . . $s \equiv \gamma_1^{x_1} \gamma_2^{x_2} \ldots \gamma_\nu^{x_\nu} \pmod{n}$.

Digitized by Google

Bezeichnen wir mit $\alpha_1, \alpha_2, .., \alpha_\nu$ die Indices einer Zahl a der Gruppe A, so können diese Grössen um Vielfache von 3 verändert werden, ohne dass sie aufhören die Indices von Zahlen in A zu sein. Sind $\alpha_i', \alpha_i'', \ldots$ Indices von Zahlen in A, so sind es auch für jedes System der Zahlen λ

$$(10) \quad \ldots \quad \lambda\alpha_i + \lambda'\alpha_i' + \lambda''\alpha_i'' + \ldots$$

Nehmen wir also ν solcher Systeme an, so muss die Determinante

$$\begin{vmatrix} \alpha_1, & \alpha_2, & \ldots, & \alpha_\nu \\ \alpha_1', & \alpha_2', & \ldots, & \alpha_\nu' \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \alpha_1^{(\nu-1)}, & \alpha_2^{(\nu-1)}, & \ldots, & \alpha_\nu^{(\nu-1)} \end{vmatrix} \equiv 0 \pmod 3$$

sein, da sonst in der Form (10) alle Systeme $x_1, x_2, \ldots, x_\nu$ erhalten werden könnten, also A mit S identisch wäre.

Daraus aber folgt, dass sich ein System von Zahlen, $m_1, m_2, \ldots, m_\nu$, die nicht alle durch 3 theilbar sind, so bestimmen lässt, dass alle, und nur die x zu den α gehören, für welche die Congruenz besteht

$$(11) \quad m_1x_1 + m_2x_2 + \ldots + m_\nu x_\nu \equiv 0 \pmod 3.$$

Dies ist der dritte Theil aller vorhandenen Systeme x, während für die übrigen die Summe $\equiv 1$ oder $\equiv 2$ wird. Umgekehrt bilden auch alle Zahlen s, deren Indices einer Congruenz der Form (11) genügen, eine Gruppe A.

Wir können aber noch den Fall ausschliessen, dass unter Zahlen $m_1, m_2, \ldots, m_\nu$ eine durch 3 theilbar ist. Denn ist z. B. $m_1 \equiv 0 \pmod 3$, so ist die Gruppe B, die durch die Congruenz

$$(12) \quad \ldots \quad b \equiv 1 \left(\mathrm{mod}\ \frac{n}{q_1}\right)$$

bestimmt ist, und zu der eine Einheitswurzel von der Ordnung $n : q_1$ gehört, deren Indices

$$x_2 = 0,\ x_3 = 0,\ \ldots,\ x_\nu = 0$$

sind, ganz in A enthalten, woraus man wie oben schliesst. Da man also in der Congruenz (11) hiernach $m_1 = 1$ annehmen

Digitized by Google

kann und für die übrigen m die Werthe ± 1 übrig bleiben, so ist $2^{\nu-1}$ die Anzahl aller aus S zu bildenden Gruppen A.

Die auf diese Weise gebildeten Functionen ω sind **nicht durch Einheitswurzeln niedrigerer Ordnung** darstellbar.

Um dies einzusehen, bemerken wir Folgendes:

Ist ϱ eine Einheitswurzel beliebiger Ordnung m und sind $m = \mu\nu = \mu'\nu'$ zwei Zerlegungen von m in Factoren, so folgt, dass eine Zahl, die rational durch ϱ^{μ} und $\varrho^{\mu'}$ darstellbar ist, auch rational durch $\varrho^{\bar{\mu}}$ dargestellt werden kann, wenn $\bar{\mu}$ das kleinste gemeinschaftliche Vielfache von μ und μ' ist. Denn ist

$$\varphi(\varrho^{\mu}) = \psi(\varrho^{\mu'}) = \Omega,$$

so ist

$$\mu'\Omega = \sum_{0,\,\mu'-1}^{\varkappa} \psi(\varrho^{\mu'(1+\varkappa\nu)}),$$

und man kann also, da $\sum^{\varkappa} \varrho^{h\mu'(1+\varkappa\nu)}$ immer gleich Null ist, wenn nicht $h\mu'$ durch μ theilbar ist, Ω so darstellen, dass nur solche Potenzen von ϱ darin vorkommen, deren Exponenten durch μ' sowohl als durch μ theilbar sind.

Ist nun

$$\omega = F(r) = f(r'),$$

wo r' eine Einheitswurzel von niedrigerem Grade als r ist, so können wir r und r' beide als Potenzen einer und derselben Einheitswurzel ϱ darstellen, etwa

$$r = \varrho^{\mu},\ r' = \varrho^{\mu'},\ (\mu' > \mu),$$

und folglich kann $F(r)$ rational dargestellt werden durch eine Potenz von r, deren Exponent ein von 1 verschiedener Theiler von n ist. Nehmen wir an, es sei darstellbar durch r^{q_1}, so müsste die ganze Gruppe B

$$b \equiv 1 \pmod{\frac{n}{q_1}}$$

in A enthalten sein. Zu B gehört aber die Zahl s, deren

Digitized by Google

Indices $x_1 = \pm 1$, $x_2 = 0, \ldots, x_\nu = 0$ sind, die, wenn in (6) $m_1 = 1$ ist, nicht zu A gehört.

Setzen wir nun

(13) . . $\omega_0 = \overset{e}{\Sigma} r^e$, $\omega_1 = \overset{e}{\Sigma} r^{he}$, $\omega_2 = \overset{e}{\Sigma} r^{h^2 e}$,

worin sich die Summen auf alle Zahlen der Gruppe A erstrecken, so sind diese drei Summen von einander verschieden und sind daher die Wurzeln einer cubischen Gleichung, durch die alle anderen zu A gehörigen Zahlen rational darstellbar sind. Um dies einzusehen, setzen wir

(14) . . . . . $r = r_1 r_2 \ldots r_\nu$,

worin $r_1, r_2, \ldots, r_\nu$ primitive Wurzeln der Grade $q_1, q_2, \ldots, q_\nu$ sind und bezeichnen mit ϱ eine imaginäre dritte Einheitswurzel. Es ist dann

(15) $\omega_0 + \varrho\,\omega_1 + \varrho^2 \omega_2 = \overset{x}{\Sigma} \varrho^{m_1 x_1 + m_2 x_2 + \ldots + m_\nu x_\nu} r_1^{g_1^{x_1}} r_2^{g_2^{x_2}} \ldots r_\nu^{g_\nu^{x_\nu}}$,

wenn für die Indices von h und h^2 die Summe $\Sigma\, m_i\, x_i$ bezw. $\equiv 1$ und $\equiv 2$ (mod 3) wird, und diese Summe lässt sich zerlegen in das Product

(16) . $\Sigma^{x_1} \varrho^{m_1 x_1} r_1^{g_1^{x_1}} \ldots \Sigma^{x_2} \varrho^{m_2 x_2} r_2^{g_2^{x_2}} \ldots \Sigma^{x_\nu} \varrho^{m_\nu x_\nu} r_\nu^{g_\nu^{x_\nu}}$

dessen Factoren bekanntlich alle von Null verschieden sind. Es verschwindet also $\omega_0 + \varrho\,\omega_1 + \varrho^2\,\omega_2$ nicht und daher können auch $\omega_0, \omega_1, \omega_2$ nicht einander gleich sein.

Die Zerlegung (16) gilt auch noch für $\varrho = 1$, und daraus schliesst man, dass $\omega_0 + \omega_1 + \omega_2$ entweder $= 0$ oder $= (-1)^\nu$ ist, je nachdem 9 unter den Factoren von n vorkommt oder nicht.

Jede andere zu A gehörige Zahl kann linear ausgedrückt werden durch ω_0 und ω_0^2, und da ω_1, ω_2 auch zu diesen Zahlen gehören, so kann man jede Zahl ω in die Form setzen

(17) . . . $\omega = A + A_0\,\omega_0 + A_1\,\omega_1 + A_2\,\omega_2$,

wo A, A_0, A_1, A_2 rationale Zahlen sind. Von den vier Gliedern dieses Ausdrucks kann noch eines mittels der Relation

(18) . . . . $\omega_0 + \omega_1 + \omega_2 = 0, \pm 1$

fortgeschaft werden.

Digitized by Google

Das erste Beispiel für ein zusammengesetztes x bietet die Zahl $63 = 9.7$, die zwei cubische Abel'sche Gleichungen liefert. Setzt man $g_1 = 2$, $g_2 = 3$, so erhält man folgende Indextabelle.

s	1	2	4	5	8	10	11	13	16	17	19	20	22	23	25	26	29	31	32
x_1	0	1	2	5	0	1	4	3	2	1	5	3	0	2	4	5	0	1	4
x_2	0	2	4	5	3	0	1	2	4	3	0	1	2	5	4	3	1	2	5

s	34	37	38	40	41	43	44	46	47	50	52	53	55	58	59	61	62
x_1	3	2	1	5	3	0	2	4	5	0	1	4	3	2	1	5	3
x_2	4	0	1	2	5	4	3	0	1	5	4	3	0	2	5	4	3

Man erhält die beiden Gruppen A aus den Congruenzen

$$x_1 + x_2 \equiv 0,\ x_1 - x_2 \equiv 0 \pmod 3$$

$$A = 1, 2, 4, 8, 16, 31, 32, 47, 55, 59, 61, 62,$$
$$A' = 1, 5, 8, 11, 23, 25, 38, 40, 52, 55, 58, 62.$$

Bezeichnen wir mit α, β eine neunte und eine siebente Einheitswurzel und setze

$$\varepsilon_0 = \alpha + \alpha^{-1} \quad \varepsilon_1 = \alpha^2 + \alpha^{-2} \quad \varepsilon_3 = \alpha^4 + \alpha^{-4}$$
$$\eta_0 = \beta + \beta^{-1} \quad \eta_1 = \beta^2 + \beta^{-2} \quad \eta_3 = \beta^3 + \beta^{-3},$$

so kann man die beiden Systeme der ω so darstellen:

$$\omega_0 = \varepsilon_0\eta_0 + \varepsilon_1\eta_1 + \varepsilon_2\eta_2, \quad \omega'_0 = \varepsilon_0\eta_0 + \varepsilon_1\eta_2 + \varepsilon_2\eta_1,$$
$$\omega_1 = \varepsilon_0\eta_1 + \varepsilon_1\eta_2 + \varepsilon_2\eta_0, \quad \omega'_1 = \varepsilon_1\eta_0 + \varepsilon_1\eta_0 + \varepsilon_2\eta_2,$$
$$\omega_2 = \varepsilon_0\eta_2 + \varepsilon_1\eta_0 + \varepsilon_2\eta_1, \quad \omega'_2 = \varepsilon_2\eta_0 + \varepsilon_1\eta_1 + \varepsilon_2\eta_0;$$

und daraus berechnet man leicht die beiden cubischen Gleichungen

$$\omega^3 - 21\omega - 28 = 0$$
$$\omega'^3 - 21\omega' + 35 = 0.$$

§ 5.

Aehnlich verhält sich die Sache bei den biquadratischen Gleichungen. Wir haben Theiler A von der Gruppe S vom Index 4 aufzusuchen. Dabei sind aber zwei Fälle zu unterscheiden. Der erste tritt ein, wenn das Quadrat jeder Zahl s in A enthalten ist, in dem S in der Form

$$\text{I.}\quad S = A + hA + kA + hkA$$

Digitized by Google

darstellbar ist; der zweite, wenn in s mindestens eine Zahl h existiert, deren vierte Potenz erst in A enthalten ist; dann ist

$$\text{II.} \quad S = A + hA + h^2A + h^3A.$$

Im ersten Fall genügt eine zu A gehörige Function ω einer irregulären, im zweiten einer regulären biquadratischen Gleichung (§ 3). Es ergeben sich, wie oben, die Werthe von x, die man auszuscheiden hat. Da $\varphi(n)$ durch 4 theilbar sein muss, so kann n nicht die Potenz einer einzigen Primzahl der Form $4N+3$ sein noch auch $n=4$; und wie oben erkennt man, dass die Fälle auszuscheiden sind, in denen n eine höhere Potenz einer ungeraden Primzahl enthält.

Ist ferner $n = 2^\lambda n'$ und n' ungerade, so ist die Gruppe B, die durch die Congruenz

$$(1) \quad \ldots \quad b \equiv 1 \pmod{2^{\lambda-1}n'}$$

definiert ist, wenn $\lambda \gtrless 5$ ist, in A enthalten und dieser Fall also auszuschliessen, denn es ist in diesem Fall

$$b = 1 + x2^{\lambda-1}n' \equiv (1 + x2^{\lambda-2}n')^4 \pmod{n}.$$

Im Fall I ist sogar schon der Fall $\lambda = 4$ auszuschliessen, weil in diesem Fall

$$b = 1 + x2^{\lambda-1}n' \equiv (1 + x2^{\lambda-2}n')^2 \pmod{n}$$

ist. Wir setzen also, indem wir unter $q_1, q_2, \ldots, q_\nu$ verschiedene ungerade Primzahlen verstehen,

$$(2) \quad \ldots \quad n = 2^\lambda q_1 q_2 \ldots q_\nu$$

wo im Fall I $\lambda = 0, 2, 3$, im Fall II $\lambda = 0, 2, 3, 4$ sein kann.

Die Indices $\alpha, \beta, \gamma_1, \ldots, \gamma_\nu$ einer Zahl s sind bestimmt durch die Congruenzen

$$(3) \quad \ldots \quad \begin{aligned} s &\equiv (-1)^\alpha 5^\beta \pmod{2^\lambda}, \\ &\equiv g_1^{\gamma_1} \pmod{q_1}, \\ &\equiv g_2^{\gamma_2} \pmod{q_2}, \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots \\ &\equiv g_\nu^{\gamma_\nu} \pmod{q_\nu}, \end{aligned}$$

Die Exponenten sind hier nach den Modulu $2, 2^{\lambda-2}, \varphi(q_1), \varphi(q_2), \ldots, \varphi(q_\nu)$, die wir die Indexmodulu nennen, bestimmt.

Digitized by Google

Ist $\lambda = 2$, so fällt der zweite Index β weg, ist $\lambda = 0$, so fallen beide Indices α, β weg.

Um zunächst den Fall I zu erledigen, suchen wir die Bedingung für die Gruppe $A + hA$ vom Index 2 und finden dafür, ganz wie im vorigen Fall, eine lineare Congruenz zwischen den Indices für den Modul 2. Damit dann aber eine Zahl s der Gruppe A und nicht hA angehört, ergiebt sich eine zweite lineare Congruenz, so dass wir, wenn $a, b, c_1, c_2, \ldots, a'_1, b'_1, c'_1 \ldots$ Zahlen sind, die nach dem Modul 2 genommen sind, als Bedingung für die Indices einer Zahl in A erhalten

$$(4) \quad \begin{matrix} a\alpha + b\beta + c_1\gamma_1 + \ldots c_\nu\gamma_\nu \equiv 0 \\ a'\alpha + b\beta' + c'_1\gamma_1 + \ldots c'_\nu\gamma_\nu \equiv 0 \end{matrix} \pmod 2.$$

Damit die Gruppe

$$b \equiv 1 \left(\mathrm{mod}\ \frac{n}{q}\right) \text{ oder } b \equiv 1 \left(\mathrm{mod}\ \frac{n}{2}\right)$$

nicht in A enthalten sei, muss noch vermieden werden, dass zwei zusammengehörige der Zahlen b, b'; $c_1, c'_1; \ldots, c_\nu, c'_\nu$ zugleich verschwinden. Im Falle $\lambda = 2$ dürfen auch a, a' nicht zugleich verschwinden, während für $\lambda = 3$ dies zulässig ist. Die Congruenzen (4) kann man durch Addition mit einander verbinden und dadurch umformen. Man kann also z. B. $c_1 = 1$, $c'_1 = 0$ annehmen.

Die Anzahl der vorhandenen Gruppen dieser Art lässt sich leicht durch Abzählung bestimmen.

Sie ist

$$\frac{3^{\nu-1}-1}{2} \text{ für } \lambda = 0, \quad \frac{3^\nu - 1}{2} \text{ für } \lambda = 2, \quad 2(3^\nu - 1) + 1 \text{ für } \lambda = 3.$$

Es müssen in diesen Fällen mindestens zwei Indices vorhanden sein, und die ersten Werthe von n, bei denen diese Fälle vorkommen können, sind

$$n = 8, 12, 15, 20, 21, 24, 28, 33, 35, 39, 40.$$

Der erste Fall, der mehrere Gruppen dieser Art liefert, ist $n = 24$. Wir erhalten die folgende Indextabelle.

Digitized by Google

$s=1$	5	7	11	13	17	19	23
$\alpha=0$	0	1	1	0	0	1	1
$\beta=0$	1	0	1	1	0	1	0
$\gamma=0$	1	0	1	0	1	0	1

Die Congruenzenpaare, die hier die fünf Gruppen bestimmen, sind folgende:

$$\begin{matrix} \gamma\equiv 0, & \gamma\equiv 0, & \gamma\equiv\alpha, & \gamma\equiv\beta, & \gamma\equiv\alpha \\ \beta\equiv 0, & \beta\equiv\alpha, & \beta\equiv 0, & \alpha\equiv 0, & \beta\equiv\alpha \end{matrix} \pmod 2$$

und führen zu den Gruppen

$$1,7;\ 1,19;\ 1,23;\ 1,5;\ 1,11;$$

(1, 17; 1, 13 sind auszuschliessen, weil zu ihnen 8te und 12te Einheitswurzeln gehören).

Aehnlich verfahren wir im Fall II. Wir theilen die Indices einer beliebigen Zahl in zwei Theile

$$x_1, x_2, \ldots, x_\nu, y_1, y_2, \ldots, y_\mu$$

und verstehen unter x_i die, deren Indexmodul durch 2 aber nicht durch 4 theilbar ist, und y_i die, deren Indexmodul durch 4 theilbar ist.

Wir bezeichnen weiter die Indices einer Zahl in A mit

$$\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_\nu, \beta_1, \beta_2, \ldots, \beta_\mu$$

und beweisen zunächst, dass, wenn wir ein System von μ Zahlen in A wählen, a', a'', . . ., a^μ die Determinante der β_i

$$(5) \quad \ldots\ldots \quad B = \begin{vmatrix} \beta'_1, & \beta'_2, & \ldots, \beta'_\mu \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ \beta_1^{(\mu)}, & \beta_2^{(\mu)}, & \ldots, \beta_\mu^{(\mu)} \end{vmatrix}$$

nicht gerade sein kann, denn sonst liessen sich für ein beliebiges System $y_1, y_2, \ldots, y_\mu$ die Congruenzen erfüllen

$$\lambda'\beta'_i + \lambda''\beta''_i + \ldots + \lambda^{(\mu)}\beta_i^{(\mu)} \equiv y_i \pmod 4 \quad i = 1, 2, \ldots, \mu.$$

Nimmt man die y_i und folglich auch die λ gerade an, so werden auch die zugehörigen x_i gerade und können durch Hinzufügung geeigneter Vielfacher von 4 mit jeder geraden

Digitized by Google

Zahl nach ihren Indexmoduln congruent gemacht werden. Da nun alle vierten Potenzen in A enthalten sind, so folgt aus der Voraussetzung eines ungeraden B, dass alle Quadrate in A enthalten sind, was unserer Voraussetzung widerspricht.

Es muss also für irgend ein festes Werthsystem $m_1, m_2, \ldots, m_\mu$ für alle Zahlen in A eine Congruenz

$$(6) \quad \ldots m_1\beta_1 + m_2\beta_2 + \ldots + m_\mu\beta_\mu \equiv 0 \pmod 2$$

bestehen, weil sonst jede beliebige Zahl, deren Indices der Congruenz (5) genügen, in A enthalten wäre, also die Hälfte aller Zahlen s und nicht nur der vierte Theil

Da die $m_1, m_2, \ldots, m_\mu$ nicht alle gerade sind, so kann man die Zahlen $m_i, m_i', \ldots$ so wählen, dass die Determinante

$$M = \begin{vmatrix} m_1, & m_2, & \ldots, m_\mu \\ m_1', & m_2', & \ldots, m_\mu' \\ \ldots & \ldots & \ldots \\ m_1^{(\mu-1)}, & m_2^{(\mu-1)}, & \ldots, m_\mu^{(\mu-1)} \end{vmatrix}$$

ungerade ist. Wir setzen dann

$$(7) \quad \begin{array}{l} m_1 y_1 + m_2 y_2 + \ldots + m_\mu y_\mu \equiv z_1 \\ m_1' y_1 + m_2' y_2 + \ldots + m_\mu' y_\mu \equiv z_2 \pmod 4 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ m_1^{(\mu-1)} y_1 + m_2^{(\mu-1)} y_2 + \ldots + m_\mu^{(\mu-1)} y_\mu \equiv z_m \end{array}$$

und können zu jedem System der z_i ein System der y_i bestimmen und umgekehrt. Bezeichnen wir mit $2\gamma_1, \gamma_2, \ldots, \gamma_\mu$ die Werthe der z_i für die Zahlen in A, so ist $2\gamma_1$ nach (6) eine gerade Zahl. Haben wir nun $\mu + \nu$ Zahlen in A, $\alpha', \alpha'', \ldots, \alpha^{(\mu+\nu)}$, so wird jede Zahl deren Indices den Congruenzen

$$(8) \quad \begin{array}{l} \alpha_1 \equiv \lambda'\alpha_1' + \lambda''\alpha_1'' + \ldots + \lambda^{(\mu+\nu)}\alpha_1^{(\mu+\nu)} \pmod 2 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \alpha_\nu \equiv \lambda'\alpha_\nu' + \lambda''\alpha_\nu'' + \ldots + \lambda^{(\mu+\nu)}\alpha_\nu^{(\mu+\nu)} \pmod 2 \\ \gamma_1 \equiv \lambda'\gamma_1' + \lambda''\gamma_1'' + \ldots + \lambda^{(\mu+\nu)}\gamma_1^{(\mu+\nu)} \pmod 2 \\ \gamma_2 \equiv \lambda'\gamma_2' + \lambda''\gamma_2'' + \ldots + \lambda^{(\mu+\nu)}\gamma_2^{(\mu+\nu)} \pmod 4 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \gamma_\mu \equiv \lambda'\gamma_\mu' + \lambda''\gamma_\mu'' + \ldots + \lambda^{(\mu+\nu)}\gamma_\mu^{(\mu+\nu)} \pmod 4 \end{array}$$

Digitized by Google

genügen, was auch die λ für Zahlen sein mögen, gleichfalls in A enthalten sein. Und nun kann die Determinante des Systems (8) nicht ungerade sein, da man sonst die $\alpha_1, \ldots, \alpha_\nu, \gamma_1$ nach dem Modul 2, $\gamma_2, \ldots, \gamma_\mu$ nach dem Modul 4 beliebig wählen könnte, und der Index der Gruppe A nicht 4, sondern 2 sein würde.

Es besteht daher zwischen den Indices der Zahlen in A eine lineare Congruenz

$$M_1\alpha_1 + \ldots + M_\nu\alpha_\nu + N_1\gamma_1 + N_2\gamma_2 + \ldots + N_\mu\gamma_\mu \equiv 0 \pmod 2$$

und diese Congruenz geht durch Multiplication mit 2 unter Benutzung von (7) über in

$$(9)\quad 2h_1\alpha_1 + \ldots + 2h_\nu\alpha_\nu + k_1\beta_1 + \ldots + k_\mu\beta_\mu \equiv 0 \pmod 4,$$

worin $k_1 \equiv m_1, \ldots, k_\mu \equiv m_\mu \pmod 2$, so dass die Congruenz (9) die Congruenz (6) in sich schliesst. Umgekehrt definiert jede Congruenz der Form (9), in der die $k_1, k_2, \ldots, k_\mu$ nicht sämmtlich gerade sind, eine Gruppe wie wir sie suchen.

Wie in den früheren Fällen kann die Annahme gemacht werden, dass keiner der Coëfficienten in (9) verschwindet, mit Ausnahme des Coëfficienten des zur Basis -1 gehörigen Index, im Falle n durch 8 theilbar ist.

Wir führen das Beispiel $n = 16$ an. Da haben wir

$$a \equiv (-1)^\alpha 5^\beta \pmod{16}$$

und erhalten zwei Gruppen, wenn wir $\beta \equiv 0 \pmod 4$ oder $2\alpha \equiv \beta \pmod 4$ setzen

$$A = 1, 15 \text{ oder } A = 1, 7.$$

Marburg, im März 1892.

Digitized by Google

Aufgelegte Schriften:

Mittheilungen aus dem Verein der Naturfreunde in Reichenberg. Jahrg. 21 u. 22. Reichenberg 1890/91.

Jahresbericht des Vereins für Naturkunde in Zwickau. Zwickau 1890/91.

Von der Senckenbergischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. Abhandlungen. Bd. XVI. Heft 3 u. 4.

Katalog der Vogelsammlung. Bericht für 1891. Frankfurt a. M. 1891.

Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft Graubündens. N. F. Jahrg. XXXIV. Chur 1891.

6. Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaft in Braunschweig. Braunschweig 1891.

75. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden 1889/90. Emden 1891.

Bericht über die Lesehalle der deutschen Studenten in Prag. 1890. Prag 1891.

Notizblatt des Vereins für Erdkunde zu Darmstadt. IV. F. Heft 11. Darmstadt 1890.

Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft. 1890. Berlin 1891.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. 1890, Part. II u. III; 1891, Part I u. II. Philadelphia 1890/91.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. N. S. Vol. XVII. Boston 1890.

Proceedings of the Boston Society of natural History. Vol. XXV. Boston 1891.

Proceedings of the American Philosophical Society at Philadelphia. Vol. XXVIII. N. 134.

Observations during 1885 und 1886 of the N. S. Naval Observatory. Washington 1891.

Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins des Harzes. Bd. V. Wernigerode 1890.

Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. 31. Königsberg 1890.

Jahresbericht des Frankfurter Vereins für Geographie und Statistik. Jahrg. 53 und 54. Frankfurt a. M. 1890.

Statistische Mittheilungen über den Civilstand der Stadt Frankfurt a. M. 1890.

68ter Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur nebst Ergänzungsheft. Breslau 1890/91.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 3. März 1892.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 9. März 1892 sprach Herr Dr. J. Zumstein:

Ueber Corrosionspräparate.

Seit den am 28. Februar 1891 in dieser Gesellschaft gemachten Mittheilungen habe ich die Injektionen bei Säugern Vögeln und einigen Reptilien fortgesetzt. Injicirt wurden: Lunge, Leber, Niere, Milz.

I. Lungencorrosionen.

1. Säuger.

Die Lungen von Affen, Pferd, Esel, Schwein, Marder, Wiesel, Maulwurf kamen neu zur Untersuchung. Die Ergebnisse bestätigten die frühern Erfahrungen. Einen seltenen Fall fand ich bei einem beinahe ausgewachsenen Kalbsembryo. Der Bronchialbaum desselben zeigt auch auf der linken Seite einen trachealen Bronchus dem rechtsseitigen gerade gegenüberstehend und ihm an Grösse beinahe gleich.

2. Vögel.

Aeby unterscheidet bekanntlich bei den Vogellungen, wie bei den Säugern — damit eine nähere Beziehung des Vogels

Digitized by Google

zum Säuger im Aufbau der Lunge vertretend — ein hyparterielles und eparterielles System. Die beiden stehen sich ziemlich gleichwerthig gegenüber. Das hyparterielle System der Bronchen ist an die laterale Seite gerückt, und die Bronchen erstrecken sich dorsalwärts. Die eparteriellen Bronchen liegen an der medialen Seite der Lungen. Zwischen der Abgangsstelle beider Bronchialsysteme kreuze sich die Arteria pulmonalis mit dem Stammbronchus, indem sie hier an der Kreuzungsstelle den Ast zu den höher oben abgehenden eparteriellen Bronchen abgebe. —

Meine Corrosionspräparate stimmen nicht ganz mit den Angaben Aeby's überein. Seine Darstellung über Abgabe der Hauptäste aus dem Stammbronchus sind im Allgemeinen richtig. Es sind aber Schwankungen von einer Spezies zur andern vorhanden. Die Seitenbronchen sind nicht unabhängig von einander, sondern gehen viele Verbindungen, Communicationen mit einander ein.

Die feinere Verästelung des Bronchialbaumes hat nicht den Typus der Säuger, den acinös-alveolären Bau, sondern ist mehr ein Röhrensystem, die lateralen und medialen Bronchen senden sich gegenseitig Röhren, die sogenannten Lungenpfeifen, zu, und durch diese werden die beiden getrennten Bronchialverzweigungen, die lateralen und medialen Bronchen, mit einander verbunden. Also auch diese sind nicht unabhängig von einander. Die Wachscorrosionen liefern auch da wieder weit feinere Präparate, als jede bekannte Metallcorrosion.

Zugleich mit dem Bronchialbaum habe ich auch die Arteria pulmonalis, hie und da auch die Venae pulmonales injicirt, und da differiren meine Präparate hauptsächlich mit den Angaben Aeby's.

Die Arteria pulmonalis kreuzt sich bedeutend über dem Abgange der medialen Bronchen mit dem Stammbronchus. Das Eintheilungsprincip von Aeby ist also hier wenigstens unmittelbar nicht anwendbar. Jede Arteria pulmonalis theilt sich gewöhnlich in vier Hauptäste. Von diesen verläuft der eine an

Digitized by Google

der ventralen Seite des Stammbronchus hinunter. Die andern gehen zwischen die medialen und lateralen Bronchen hinein und geben da dann Aeste nach beiden Seiten hin ab, nach aussen und nach innen, ohne sich besonders nach den medialen oder lateralen Bronchen zu richten.

Bei der Säugerlunge giebt die Arterienverzweigung gewöhnlich ein ziemlich getreues Bild des Bronchialbaumes, beim Vogel ist dies ganz und gar nicht der Fall. Während die Bronchen an der Aussenfläche der Lunge, an der lateralen und medialen Seite verlaufen, geht die Arteria pulmonalis unabhängig von ihnen zwischen sie hinein, direkt zu der eigentlich respiratorischen Substanz der Lunge. Es kann so die Säugerlunge mitsammt Gefässen in ihrem architektonischen Baue nicht auf die Vogellunge zurückgeführt werden.

Der Säugerlunge steht die Lunge der Schildkröte zum Beispiel viel näher.

3. Reptilien.

Von Reptilien standen mir zwei grosse Schlangen und mehrere Schildkröten, hauptsächlich die griechische Landschildkröte und eine grosse Wasserschildkröte, zur Verfügung.

Die Schlangenlunge zeigt die bekannte Sackform. Die Lungenarterie theilt sich gleich nach ihrem Austritte aus dem Ventrikel in die zwei Aeste für die rechte und linke Lunge. Diese verlaufen an der ventralen Seite der Lunge nach hinten hin und geben dorsalwärts nach rechts und nach links ihre Seitenäste ab, die die Lungen umgreifen. Die Vena pulmonalis ist distal ebenfalls doppelt, sie liegt medial von den Arterien. Sobald die beiden Lungensäcke sich proximal inniger an einander legen, vereinigen sich die beiderseitigen Venen zu einem Stamme.

Höher ist die Schildkrötenlunge differenzirt. Die Trachea ist sehr verschieden in ihrer Länge. Bei der griechischen Schildkröte nur kurz, theilt sie sich bald in die beiden Bronchen, die einen stark gekrümmten Verlauf nehmen. Bei der untersuchten Wasserschildkröte ist die Trachea lang. Die aus ihr hervor-

Digitized by Google

gehenden beiden Bronchen durchziehen die ganze Lunge als Stammbronchen. Von ihnen zweigen sich kleinere und grössere Seitenäste ab, die letzteren verlaufen hauptsächlich nach der lateralen und medialen Seite. Ausserdem findet noch eine Verästelung kleinerer Bronchen dorsal und ventralwärts statt, sodass also die Aeste rings um den Hauptbronchus stehen. Die Seitenbronchen verzweigen sich weiter bis zu den Alveolen.

Das Bild der Verästelung des Bronchialbaumes ist demjenigen der Säugerlunge sehr ähnlich, nur lange nicht so fein und zierlich.

Die Arteria pulmonalis kreuzt sich bedeutend über dem Beginne der Verästelung mit dem Stammbronchus. Sie hält sich in ihrem weiteren Verlaufe an dessen Aussen- und Hinterseite. Nach den Seiten giebt sie ihre Aeste ab, die aber etwas freier gestellt sind als bei der Säugerlunge, indem sie sich nicht so eng an ihre entsprechenden Bronchen halten.

II. Lebercorrosionen.

Von folgenden Säugern wurden Lebercorrosionen hergestellt: Mensch, Hund, Fuchs, Katze, Dachs, Frettchen, Rind, Schaf, Ziege, Schwein, Kaninchen und Ratte. Es sind dabei Vena portae, Venae hepticae, Art. hepatica und Ductus hepaticus injicirt worden. Ferner wurde die Leber einiger Vögel injicirt und corrodirt.

Die Resultate dieser Injectionen, sowie der in grösserer Zahl neu ausgeführten von Niere und Milz sind ohne Abbildungen nicht wohl darstellbar. Sobald letztere hergestellt sein werden, soll eine ausführlichere Darstellung und Zusammenfassung folgen.

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

Nro. 4. Mai 1892

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 5. Mai sprach Herr Professor Adolf Barth:

Ueber Doppelthören.

Zu den subjectiven Hörstörungen, welche bei Erkrankung des Ohres auftreten, gehört auch das Doppelthören, die Diplacusis. Es werden zwei Formen unterschieden: Die eine, bei der nach Allem, was man hört, ein Nachhall eintritt, gleichsam wie ein Echo, die Diplacusis echotica; die andere, bei welcher man statt eines Tones stets zwei hört, die entweder harmonisch oder häufiger noch disharmonisch zu einander sind, die Diplacusis disharmonica. Da die Störung bedingt ist dadurch, dass wir zugleich mit zwei Ohren hören, hat man wegen der präciseren Bezeichnung noch »binauralis« zugefügt. Die erste Form, welche jedenfalls sehr selten ist und von der ich noch keinen Fall beobachtet habe, will ich in dieser Besprechung ausser Acht lassen.

Die Angaben über die Erscheinungen der Diplacusis sind sehr verschieden. Das falsche Hören bezog sich meist nur auf die mittlere Tonlage, und zwar wird der Ton von einzelnen tiefer, von anderen höher gehört, als mit dem gesunden Ohr. Es ist beobachtet worden, dass der Ton eine Zeit lang tiefer, später höher klang, als normal. Auch kann es vorkommen, dass

Digitized by Google

der Ton des Claviers verändert klingt, Violine und Blasinstrumente dagegen nicht. In vielen Berichten ist nur das Höher- (das ist das häufigere) oder Tieferhören angegeben, nach den bestimmten Mittheilungen erstreckt sich die Differenz auf $^1/_8$, $^1/_2$, 1, 2 Töne bis zur Terz und Quint. Auch findet sich die Notiz, dass bei Geräuschen die Störung weniger hervortrat, als bei Tönen. Die Diplacusis disharmonica, darin stimmen alle überein, kommt jedenfalls viel häufiger vor, als es nach den in der Litteratur niedergelegten Fällen scheint. Es sind im Ganzen 15—20 veröffentlicht, davon aber einzelne ganz kurz erwähnt. Sie wird von allen Beobachtern nach der Helmholtz'schen Theorie erklärt durch eine Veränderung in der Spannung des Corti'schen Organs, sagen wir vielleicht der Membrana basilaris. Dadurch würden zum Beispiel Theile, welche sonst auf c reagiren, auf d mitschwingen. Da aber die zugehörigen Nervenfasern die c-Empfindung nach dem Centrum leiten, wird diese mit dem d des gesunden Ohres eine Dissonanz bilden. Diese Spannungsunterschiede müssten vor allem entstanden gedacht werden durch Druckdifferenzen von der Fenestra ovalis oder rotunda aus. Da aber Scala vestibuli und tympani an der Spitze der Schnecke communiciren, müsste ein Ueberdruck an einer Stelle sofort sich in beiden Scalen ausgleichen. Man könnte nun noch annehmen, dass eine der beiden Scalen durch entzündliche Producte u. A. verlegt würde. Dann müsste aber die Diplacusis vor allem sich auf die hohen und höchsten Töne erstrecken. Sie müsste überhaupt ein hartnäckiges und mit schweren Hörschädigungen verbundenes Leiden sein. Beides ist erfahrungsgemäss nicht der Fall. Man könnte die Ursache der veränderten Spannung noch in pathologischen Druckverhältnissen im Ductus cochlearis suchen. Da diese aber nicht vom Mittelohr hervorgerufen werden können, schwebt eine solche Annahme ganz in der Luft. Die Thatsache vielmehr, dass Diplacusis stets bei Mittelohrerkrankungen beobachtet wurde und mit diesen sich besserte, muss den Verdacht erwecken, dass auch hier der Sitz der Hörstörung ist. Es liegt mir fern zu behaupten, dass ein Ton durch die Ueber-

Digitized by Google

leitung im Mittelohr in einen anderen von verschiedener Schwingungszahl umgewandelt wird. Zunächst muss überhaupt erst einmal objectiv festgestellt werden, was denn die Patienten mit dem erkrankten Ohr hören? Das ist, soviel ich auffinden kann, merkwürdiger Weise bisher noch von Niemand constatirt. Ich habe auf diesen Punkt schon beim Vortrag von Kaiser über Diplacusis auf dem intern. Aerztecongress zu Berlin 1890 in der Discussion aufmerksam gemacht. Dieser, mein Einwurf, ist ein Jahr später in einem Vortrag von Treitel nicht berücksichtigt worden, obwohl er geeignet ist, die eigentliche Erkrankung in ganz anderem Lichte erscheinen zu lassen. Ich hatte Gelegenheit, einige Fälle von Diplacusis zu untersuchen, darunter einen Violinfabrikanten, der durch die Erkrankung im Stimmen der Violine behindert wurde, der eine schwere Störung beim Concertiren und Musikhören empfand. Als ausgebildeter Musiker bot er gerade ein ausgezeichnetes Object zur Untersuchung. Ich hielt ihm eine angeschlagene englische c-Gabel vor das kranke Ohr, mit der Aufforderung, den Ton nachzusingen. Eine Zeit lang gelang das nicht, die Stimme schwankte unsicher hin und her. Endlich wurde ein bestimmter Ton angegeben, und siehe, es war der richtige, wie er mit dem anderen gesunden Ohre auch gehört wurde, worüber der Kranke nicht wenig erstaunte. Die Beschwerden verschwanden denn auch mit Beseitigung des acuten Mittelohrkatarrhes sehr bald. Es ist nun die Frage: lässt sich durch Veränderung von Resonanzverhältnissen, besonders im Ohr, eine ähnliche Erscheinung für das Hören künstlich erzeugen? Wenn man eine c-Gabel stark anschlägt, mit dem Stiel auf dem Scheitel ansetzt und nun abwechselnd die Ohren schliesst und öffnet, so wird beim Verschliessen der Gehörgänge der Ton stärker. Er ändert aber seinen Klang noch weiter, so dass er beim Verschliessen bei den meisten Versuchspersonen als dumpfer, von der Minderzahl als heller angegeben wird. Bei verschiedenen Versuchspersonen mit normalem Gehör gelang nun mit Leichtigkeit die Vorstellung, das eine Mal, dass der Ton beim Verschliessen des Gehörganges

Digitized by Google

tiefer, das andere Mal, dass er höher werde. Bei mir selbst ist die Differenz nahezu ein halber Ton. Die gleiche Erscheinung tritt auf beim Hören unter sonst normalen Verhältnissen beim Oeffnen der Tuben, oder auch wenn man eine klingende Stimmgabel langsam über einem geeigneten Resonator hin und herbewegt.

Aus den oben angeführten Erscheinungen bei Kranken, wie auch aus den Versuchen bei normalhörenden Individuen geht hervor, dass eine Anzahl von Personen bei verändertem Klang eines Tones einen anderen Ton zu hören glauben. Es ist aber noch die Frage zu beantworten, ob eine Diplacusis in dem bisher allgemein angenommenen Sinne überhaupt vorkommen kann. Bei diesen Versuchen ist es aber nothwendig mit Tönen zu operiren, welche ein Hinüberklingen nach dem anderen Ohr ausgeschlossen erscheinen lassen. Die kleinen englischen Gabeln mit Gewichten eignen sich ganz gut dazu. Stellt man die Klemmen so, dass die beiden Gabeln bis zu einem halben Ton Unterschied in der Tonhöhe geben, schlägt sie annähernd gleich stark an und nähert sie gleichzeitig je einem Ohr, so wird kaum Jemand im Stande sein, die Tondifferenz zwischen beiden zu bestimmen, man hört weder Schwebungen noch Dissonanz, beide Töne addiren sich gleichsam zu einem Ton, der ungefähr zwischen beiden in der Mitte steht. Erweitert man nun die Differenz zwischen beiden Tönen mehr, so hört man unter den gleichen Vorsichtsmassregeln wie vorher ein tiefes und hohes Klingen, für Viele in einer eigenthümlichen rollenden Weise, für Andere in harmonischem Zusammenklang, ähnlich einer Aeolsharfe; die eigentliche Differenz in der Tonhöhe kommt nicht leicht zum Bewusstsein, vor allem hört man nie Dissonanzen oder Schwebungen. Letztere kommen nur zur Wahrnehmung, wenn beide Töne zugleich mit einem Ohr gehört werden. Demnach kann eine Diplacusis binauralis im bisherigen Sinne überhaupt nicht vorkommen.

Das scheinbare Doppelthören, wie es nicht selten bei Mittelohrerkrankungen zu beobachten ist, wird also aller Wahr-

Digitized by Google

scheinlichkeit nach, ohne Ausnahme auf eine veränderte Aufnahme des Schalles von Seiten des Ohres oder auf eine veränderte Ueberleitung nach dem Labyrinth zurückzuführen sein, sodass entweder tiefere oder höhere Schwingungen, welche zum Charakter eines bestimmten Tones gehören, eines Theils gedämpft, andern Theils mehr hervorgehoben werden, und ihm dadurch eine andere Nüance geben, oder es schieben sich zwischen Tonquelle und das eine Ohr veränderte Resonanzverhältnisse ein, welche den Ton in ähnlicher Weise modifiziren, während er für das andere Ohr normal bleibt. Ich halte es nicht für ausgeschlossen, dass eine solche Diplacusis auch auf Erkrankung des inneren Ohres beruhen kann. Wenn nämlich ein Ohr normal hört, bei dem anderen aber die Perception für hohe Töne sehr herabgesetzt ist, so werden für letzteres die Obertöne verschwinden und die noch verhältnissmässig gut gehörten Töne einen tieferen Klang haben können. Eine solche Form ist aber meines Wissens noch nicht beobachtet worden. Die Idee, durch Versuche mit Knochenleitung das Mittelohr als Ursache für das Doppelthören auszuschliessen, muss nach dem oben Gesagten als verfehlt betrachtet werden, denn wir wissen aus Erfahrung, wie gerade bei den Prüfungen des Hörens mit Knochenleitung die veränderten Resonanzverhältnisse u. A. sich in erhöhtem Masse geltend machen. Die Störung bei Diplacusis disharmonica binauralis ist also im Wesentlichen, wenn nicht ausschliesslich, auf das Mittelohr zurückzuführen, und das kranke Ohr hört nicht einen anderen Ton, als das gesunde, sondern denselben, nur mit anderem Klang. Die Vorstellung, welche das Individuum sich von dieser verschiedenen Wahrnehmung macht, kann wohl in vielen Fällen direkt abhängig sein von der Veränderung, welche der Ton erleidet, oft aber wird man sie als rein subjective Kombination betrachten müssen, die sich der Kranke aus dem verschiedenen Hören herleitet. Auf letzteren Punkt wird wohl zum Theil das wechselvolle Bild in den berichteten Krankengeschichten zurückzuführen sein.

Digitized by Google

In derselben Sitzung vom 11. Mai sprach Herr Professor Dr. E. Hess:

Ueber gewisse räumliche Configurationen.

In einer Abhandlung: »Ueber räumliche Configurationen, welche sich aus den regelmässigen Polyedern herleiten lassen« [1]), hat Herr Jan de Vries eine Reihe von Configurationen bestimmt, für welche die regelmässigen Polyeder die Quelle sind. Ich erlaube mir, in der folgenden Mittheilung diese Resultate zu ergänzen und zu verallgemeinern, indem ich in § 1 einige aus den allgemeinsten gleichflächigen (bez. gleicheckigen) Polyedern der Oktaeder-Hexaeder-Gruppe und der Ikosaeder-Pentagondodekaeder-Gruppe herleitbare Configurationen angebe, welche eine Reihe besonderer Configurationen, von welchen einige aufgeführt werden, insbesondere auch die aus den regulären Polyedern ableitbaren in sich enthalten. Im § 2 wird sodann der reguläre Repräsentant einer interessanten, bereits früher von mir abgeleiteten Configuration beschrieben. Der § 3 endlich enthält noch einige allgemeine auf die Eigenschaften, die Unterscheidung und Classification der räumlichen Configurationen überhaupt bezügliche Bemerkungen.

Bei der Bezeichnung der Configurationen bediene ich mich des von Herrn de Vries für den Fall, dass die Anzahl der Punkte und Ebenen verschieden ist, eingeführten Symbols:

$$\left(A_b^c,\ B_a^\gamma,\ C_\alpha^\beta\right),$$

welches eine Configuration darstellt, bei welcher

jeder der A Punkte mit b Geraden und c Ebenen incident ist,

jede der B Geraden mit a Punkten und γ Ebenen incident ist,

jede der C Ebenen mit α Punkten und β Geraden incident ist,

sodass die Beziehungen:

$$Ab = Ba,\ B\gamma = C\beta,\ C\alpha = Ac$$

gelten.

---

1) Sitzungsberichte der kaiserl. Akad. d. Wissensch. in Wien. Bd. C, Abth. II, Juli 1891.

Digitized by Google

§ 1.

1. Die 48 Ebenen, welche die Grenzflächen des allgemeinsten gleichflächigen Polyeders der Oktaeder-Hexaeder-Gruppe, des (6 + 8 + 12)eckigen 2.24-Flachs (des Hexakisoktaeders) bilden, schneiden sich[1]:

zu je 8 in 3.6 = 18 Punkten $\mathfrak{A}$, deren jede Ebene 3 enthält,
„ „ 6 „ 4.8 = 32 „ $\mathfrak{C}$, „ „ „ 4 „ „
„ „ 4 „ 6.12 = 72 „ $\mathfrak{B}$, „ „ „ 6 „ . } (I)

Die 18 Punkte $\mathfrak{A}$ sind die Eckpunkte von 3 concentrischen regulären Oktaedern, die 32 Punkte $\mathfrak{C}$ die Eckpunkte von 4 concentrischen regulären Hexaedern und die 72 Punkte $\mathfrak{B}$ die Eckpunkte von 6 concentrischen Kubooktaedern.

Analog liegen die 48 Eckpunkte des allgemeinsten gleicheckigen Polyeders dieser Gruppe, des (6 + 8 + 12)flächigen 2.24-Ecks

zu je 8 in 3.6 = 18 Ebenen α, von denen 3 durch jeden Punkt gehen,
„ „ 6 „ 4.8 = 32 „ γ, „ „ 4 „ „ „ „ „
„ „ 4 „ 6.12 = 72 „ β, „ „ 6 „ „ „ „ . } (I')

Die 18 Ebenen α bilden die Grenzflächen dreier concentrischen Würfel, die 32 Ebenen γ die Grenzflächen von 4 concentrischen regulären Oktaedern und die 72 Ebenen β die Grenzflächen von 6 concentrischen Rhombendodekaedern.

Damit ergeben sich sofort aus (I) folgende drei durch die 48 Ebenen eines Hexakisoktaeders bestimmte räumliche Configurationen:

$$(18_8^6,\ 72_2^2,\ 48_3^3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$
$$(32_9^6,\ 144_2^2,\ 48_4^6) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$
$$(72_2^4,\ 72_2^2,\ 48_6^3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

Das durch die vier in einer Ebene liegende Punkte $\mathfrak{C}$ der Cf. (2) bestimmte vollständige Viereck hat zu Seitenpaaren 6 der 144 Cf.-Graden; die Eckpunkte des Diagonaldreiecks sind drei

1) Vgl. E. Hess, Einleitung in die Lehre von der Kugeltheilung. Leipzig, B. G. Teubner. 1883. § 63 ff.

Digitized by Google

Punkte $\mathfrak{A}$ der Cf. (1), die 6 Schnittpunkte der drei Seitenpaare mit den Diagonalen sind sechs Punkte $\mathfrak{B}$ der Cf. (3), welche bekanntlich auf jeder Diagonale zu zweien durch die Diagonalpunkte harmonisch getrennt werden; die Cf.-Geraden von (1) und (3) sind also dieselben 72 Geraden, deren je drei in einer Ebene ein Diagonaldreieck bilden.

Den drei Configurationen (1), (2), (3) entsprechen bez. reciprok die drei folgenden (1'), (2'), (3'), deren Cf.-Punkte die 48 Eckpunkte eines $(6 + 8 + 12)$flächigen 2.24-Ecks sind (vgl. (1')):

$$(48_2^3,\ 72_2^2,\ 18_8^6) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1')$$

$$(48_6^4,\ 144_2^2,\ 32_6^2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2')$$

$$(48_2^6,\ 72_2^2,\ 72_4^2) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3')$$

In Betreff der analytischen Darstellung der Punkte, Ebenen und Geraden dieser Configurationen sei auf § 66 und § 67 meines Buchs verwiesen. Für besondere Werthe der beiden Veränderlichen σ und τ, der sog. Ableitungscoefficienten (bez. s und t) resultiren besondere gleichflächige (bez. gleicheckige) Polyeder und Varietäten derselben, sowie auch ganz speciell die regulären Polyeder dieser Gruppe und somit eine grosse Anzahl von besonderen Configurationen [1]).

Durch Berücksichtigung der sämmtlichen übrigen Schnitt-

---

1) Es sei hier darauf hingewiesen, dass zwei in metrischer Beziehung verschiedene (halbreguläre oder speciell reguläre) Polyeder nur eine zugehörige Configuration ergeben, falls das Symbol $(A_b^c,\ B_a^1,\ C_0^6)$ für beide Polyeder dasselbe ist. So entspricht z. B. den beiden regulären Sternpolyedern: dem Kepler'schen 12eckigen Stern-12-Flach der 3ten Art und dem ihm polar-reciproken Poinsot'schen 12flächigen Stern-12-Eck der 3ten Art nur die eine sich selbst reciproke Cf. $(12_{10}^5,\ 60_2^2,\ 12_5^{10})$. Ebenso entspricht dem regulären Pentagondodekaeder erster Art und dem Kepler'schen 20eckigen Stern-12-Flach der 7ten Art nur die eine Cf. $(12_3^5,\ 30_2^2,\ 20_3^3)$ und analog dem regulären Ikosaeder erster Art und dem Poinsot'schen 20flächigen Stern-12-Eck der 7ten Art nur die eine, der ersteren Cf. reciproke, Cf. $(20_3^3,\ 30_2^2,\ 12_5^5)$. — Hinsichtlich genauerer Charakterisirung und Unterscheidung der Configurationen vgl. die Bemerkungen des § 3.

Digitized by Google

punkte der Ebenen des allgemeinen gleichflächigen Polyeders und analog der sämmtlichen übrigen Verbindungsebenen der Eckpunkte des allgemeinen gleicheckigen Polyeders dieser Gruppe können weiterhin zahlreiche Configurationen erhalten werden. Die Gruppirung der sämmtlichen Schnittpunkte ergibt sich einfach aus derjenigen der in einer Ebene des gleichflächigen Polyeders liegenden Punkte; analog wird die Anordnung sämmtlicher Verbindungsebenen aus derjenigen der durch eine Ecke des gleicheckigen Polyeders hindurchgehenden Ebenen erkannt.

Aus jeder Configuration lässt sich durch collineare oder reciproke Transformation wiederum eine Cf. von derselben Beschaffenheit oder eine dieser reciproke herleiten[1]) und ferner sind insbesondere diejenigen linearen Substitutionen, welche die Collineationen und Correlationen darstellen, durch welche eine Cf. in sich selbst oder in die reciproke übergeht, auch für die Algebra und die Functionentheorie von grosser Wichtigkeit.

Von besonderen Configurationen dieser Gruppe möge hier nur eine sich selbst reciproke erwähnt werden, nämlich die Cf.

$$(24_7^5,\ 84_2^2,\ 24_5^7), \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

deren einfachster Repräsentant sich sowohl aus der Figur eines Archimedeischen $(6 + 8 + 12)$eckigen 24-Flachs (oder eines Archimedeischen $(6 + 8)$flächigen 8.3-Ecks), als auch aus derjenigen eines Archimedeischen $(6 + 8)$eckigen 8.3-Flachs (oder eines Archimedeischen $(6 + 8 + 12)$flächigen 24-Ecks) erhalten lässt. Ich habe die beiden merkwürdigen, nicht convexen, zugleich gleicheckigen und gleichflächigen Polyeder, welchen diese Cf. (4) entspricht, in einer früheren Mittheilung[2]) beschrieben.

2. Die 120 Ebenen, welche die Grenzflächen des allgemeinsten gleichflächigen Polyeders der Ikosaeder-Penta-

---

1) Vgl. Th. Reye, Das Problem der Configurationen. Acta mathem. I, S. 93—96.

2) E. Hess, Ueber einige merkwürdige nicht convexe Polyeder. Diese Berichte 1877, S. 6 unter 1) und 2).

Digitized by Google

gondodekaeder-Gruppe, des $(12 + 20 + 30)$eckigen 2.60-Flachs, bilden, schneiden sich[1]):

zu je 10 in 6.12 = 72 Punkten $\mathfrak{G}$, deren jede Ebene 6 enthält,
„ „ 6 „ 10.20 = 200 „ $\mathfrak{C}$, „ „ „ 10 „ „
„ „ 4 „ 15.30 = 450 „ $\mathfrak{B}$, „ „ „ 15 „ . } (II)

Die 72 Punkte $\mathfrak{G}$ sind die Eckpunkte von 6 concentrischen regulären Ikosaedern, die 200 Punkte $\mathfrak{C}$ die Eckpunkte von 10 concentrischen regulären Pentagondodekaedern und die 450 Punkte $\mathfrak{B}$ die Eckpunkte von 15 concentrischen $(12 + 20)$flächigen 30-Ecken (Pentagondodeka-Ikosaedern).

Analog liegen die 120 Eckpunkte des allgemeinsten gleicheckigen Polyeders dieser Gruppe, des $(12 + 20 + 30)$flächigen 2.60-Ecks:

zu je 10 in 6.12 = 72 Ebenen χ, von denen 6 durch jeden Punkt gehen,
„ „ 6 „ 10 20 = 200 „ γ, „ „ 10 „ „ „ „ „
„ „ 4 „ 15.30 = 450 „ β, „ „ 15 „ „ „ „ . } (II')

Die 72 Ebenen χ bilden die Seitenflächen von 6 concentrischen regulären Pentagondodekaedern, die 200 Ebenen γ die Seitenflächen von 10 concentrischen regulären Ikosaedern und die 450 Ebenen β die Seitenflächen von 15 concentrischen $(12 + 20)$-eckigen 30-Flachen (Triakontaedern).

Aus (II) resultiren folgende drei durch die 120 Ebenen des gleichflächigen Polyeders bestimmte räumliche Configurationen:

$$(72_{25}^{10},\ 900_{2}^{2},\ 120_{6}^{15}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

$$(200_{9}^{6},\ 900_{2}^{2},\ 120_{10}^{15}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

$$(450_{4}^{4},\ 900_{2}^{2},\ 120_{15}^{15}). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

Die 6 in einer Cf.-Ebene liegenden Cf.-Punkte $\mathfrak{G}$ der Cf. (5) sind die Eckpunkte eines zehnfach Brianchon'schen Sechsecks[2]); die 15 Verbindungslinien dieser Punkte sind Cf.-Gerade und schneiden sich ferner zehnmal zu dreien in den Punkten $\mathfrak{C}$

1) E. Hess, Kugeltheilung § 77.

2) E. Hess, Beiträge zur Theorie der mehrfach perspectiven Dreiecke und Tetraeder. Math. Annalen, Bd. 28, S. 167 ff., § 6. (S. 202 ff.).

Digitized by Google

der Cf. (6) und 15 mal zu zweien in den Punkten $\mathfrak{B}$ der Cf. (7). Die 900 Cf.-Geraden sind also für die drei Configurationen (5), (6), (7) dieselben.

Analog folgen aus (II′) die drei der Cf. (5)—(7) bez. reciproken Configurationen (5′)—(7′), deren Cf.-Punkte die Eckpunkte des gleicheckigen Polyeders sind:

$$(120_{15}^{6},\ 900_{2}^{2},\ 72_{10}^{25}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5')$$

$$(120_{15}^{10},\ 900_{2}^{2},\ 200_{6}^{9}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6')$$

$$(120_{15}^{15},\ 900_{2}^{2},\ 450_{4}^{4}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (7')$$

Auch hier sei bezüglich der analytischen Darstellung der Punkte, Gerade, Ebenen auf § 77 ff. meines Buchs über Kugeltheilung, sowie auf die an entsprechender Stelle unter 1. gemachten Bemerkungen verwiesen.

Von den zahlreichen, für besondere Werthe der beiden Ableitungscoefficienten σ, τ (bez. s, t) resultirenden Configurationen mögen noch einige kurz erwähnt werden, deren erzeugende Polyeder ich früher unter anderen Gesichtspunkten betrachtet habe.

Den beiden in der erwähnten Mittheilung [1]) unter 9) und 10) aufgeführten, nicht convexen, sich polar-reciprok entsprechenden Polyedern, entspricht eine Cf.

$$(60_{9}^{6},\ 270_{2}^{2},\ 60_{6}^{9}), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (8)$$

welche sich selbst reciprok ist; ebenso den beiden unter 11) und 12) bestimmten Polyedern die sich selbst reciproke Cf.

$$(60_{7}^{6},\ 210_{2}^{2},\ 60_{6}^{7}), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (9)$$

und endlich dem unter 13) aufgeführten, sich selbst polar-reciproken Polyeder die sich selbst reciproke Cf.

$$(60_{6}^{6},\ 180_{2}^{2},\ 60_{6}^{6}). \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (10)$$

Aus den in einer früher erschienenen Schrift [2]) von mir hergeleiteten vier zugleich gleicheckigen und gleichflächigen

1) Diese Berichte. 1887. S. 12 und 13.

2) E. Hess, Ueber die zugleich gleicheckigen und gleichflächigen Polyeder. Schriften der Gesellsch. z. Bef. d. ges. Naturw. zu Marburg. Bd. 11. Erste Abhandlung. Th. Kay, Cassel 1876.

Digitized by Google

Polyedern höherer Art V, VII, IX, XI und den vier diesen polar-reciprok entsprechenden VI, VIII, X, XII ergeben sich folgende zwei Configurationen und die zwei diesen reciproken:

aus V oder VII die Cf. $(60_3^3, 90_2^2, 20_3^3)$, ... (11)

aus VI oder VIII die dieser reciproke Cf. $(20_4^9, 90_2^2, 60_3^3)$, (11′)

aus IX oder XI die Cf. $(120_3^3, 180_2^2, 30_{12}^{12})$ . . . . . (12)

und aus X oder XII die dieser reciproke Cf. $(30_{12}^{12}, 180_2^2, 120_3^3)$. (12′)

§ 2.

In einer bereits oben citirten Abhandlung[1]) habe ich eine interessante räumliche Configuration abgeleitet, welche als das räumliche Analogon zu der Figur eines zehnfach Brianchon'schen Sechsecks anzusehen ist, nämlich die sich selbst reciproke Cf.

$$(60_6^{15}, 72_5^5, 60_{15}^6) \ldots \ldots \ldots \quad (13)$$

Dieser Cf. kommen ausser den 72_5^5 Geraden noch 200_3^3 und 450_2^2 Gerade zu, sodass man sie vollständiger (vgl. § 3) durch das Symbol

$$(60_{6+10+15}^{15}, 72_5^5 + 200_3^3 + 450_2^2, 60_{15}^{6+10+15}) \ldots \quad (13\alpha)$$

charakterisiren kann. Sie ist in dem im § 3 zu erläuternden Sinne eine vollständige, regelmässige, sich selbst reciproke Cf.

Ich will den der Ikosaeder-Pentagondodekaeder-Gruppe angehörigen regelmässigen Repräsentanten dieser Cf., für welche ich a. a. O. die tetraedrischen Coordinaten der Punkte und Ebenen, sowie auch den Zusammenhang mit zwei regulären, linear begrenzten Gebilden des vierdimensionalen Raumes entwickelt habe, im Folgenden kurz beschreiben. Diese Raumfigur des regelmässigen Repräsentanten der bezeichneten Cf. dürfte den Vorzug einer grossen Anschaulichkeit haben.

Die 60 Ebenen der Cf. werden durch die $2.12 = 24$ Ebenen der Grenzflächen zweier concentrischen regulären Pentagondodekaeder, durch die 20 Ebenen der Grenzflächen eines

1) Math. Ann. Bd. 28. § 11, S. 254 ff.

Digitized by Google

bestimmten, zu diesen concentrischen regulären Ikosaeders, durch die 15 gemeinsamen Symmetrieebenen dieser drei Polyeder und endlich durch die unendlich ferne Ebene E_∞; die 60 Punkte der Cf. durch die den 2.12 Eckpunkten zweier concentrischen regulären Ikosaeder, den 20 Eckpunkten eines concentrischen regulären Pentagondodekaeders entsprechenden Punkte, ferner durch die 15 unendlich fernen Punkte der zweizähligen Kantenaxen der sämmtlichen concentrischen Polyeder und endlich durch den gemeinsamen Mittelpunkt O in folgender Weise dargestellt:

1) Die 12 Ebenen eines regulären Pentagondodekaeders enthalten:
   1′) die 12 fünfflächigen Eckpunkte des durch diese Ebenen bestimmten Kepler'schen (oder Poinsot'schen) Stern-12-Flachs (oder -Ecks) 3ter Art zu je fünf,
   2′) die 20 dreiflächigen Eckpunkte des zugehörigen Kepler'schen Stern-12-Flachs 7ter Art zu je fünf,
   4′) die 15 vierflächigen unendlich fernen Punkte der Kantenaxen zu je fünf;
2) Die 20 Ebenen eines regulären, dem Pentagondodekaeder concentrischen Ikosaeders enthalten:
   1′) die 12 fünfflächigen Eckpunkte des Ikosaeders 1ter Art zu je drei,
   2′) die 20 sechsflächigen Eckpunkte (welche den Eckpunkten eines Dodekaeders entsprechend zehn reguläre Tetraeder darstellen) zu je sechs,
   3′) die 12 fünfflächigen Eckpunkte des zugehörigen Poinsot'schen Stern-12-Ecks 7ter Art zu je drei,
   4′) die 15 vierflächigen unendlich fernen Punkte der Kantenaxen zu je drei;
3) Die 12 Ebenen eines zweiten concentrischen regulären Pentagondodekaeders enthalten:
   2′) die 20 dreiflächigen Eckpunkte des Dodekaeders 1ter Art zu je fünf,

Digitized by Google

3′) die 12 fünfflächigen Eckpunkte des zugehörigen Kepler'schen (oder Poinsot'schen) Stern-12-Flachs (oder -Ecks) 3ter Art zu je fünf,

4′) die 15 vierflächigen unendlich fernen Punkte der Kantenaxen zu je fünf;

4) Die 15 gemeinschaftlichen (senkrecht zu den zweizähligen Axen durch den Mittelpunkt O gehenden) Symmetrieebenen enthalten:
die Punkte 1′) zu je vier,
„ „ 2′) zu je vier,
„ „ 3′) zu je vier,
„ „ 4′) zu je zweien,
„ „ 5′) den gemeinsamen Mittelpunkt 0;

5) Die unendlich ferne Ebene E_∞ enthält:
die 15 Punkte 4′).

Aus der beschriebenen Raumfigur ist sofort ersichtlich, dass die durch die 15 mit einer Ebene incidenten Punkte bestimmte Figur ein zehnfach Brianchon'sches Sechseck ist und dass die Verbindungslinien dieser 15 Punkte je 6 der 72_5^5, je 10 der 200_3^3 und je 15 der 450_2^2 Cf.-Geraden sind. Analoges ergibt sich für die durch 15 mit einem Punkte incidente Ebenen bestimmte Raumfigur.

Die Configuration (13) hat für die aus der Ikosaeder-Pentagondodekaeder-Gruppe herleitbaren Configurationen eine ähnliche umfassende Bedeutung, wie sie der Reye'schen Cf.

$$(12_4^6,\ 16_3^3,\ 12_6^4) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14)$$

oder — in vollständigerem Symbole —

$$(12_{4+3}^6,\ 16_3^8 + 18_2^2,\ 12_6^{4+3}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (14\alpha)$$

und der s. g. harmonischen Configuration:

$$(24_3^9,\ 18_4^4,\ 24_9^3) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (15)$$

oder — in vollständiger Bezeichnung —

$$(24_{3+4+6}^{9},\ 18_4^4 + 32_3^3 + 72_2^2,\ 24_9^{3+4+6}) \quad . \quad . \quad (15\alpha)$$

für die aus der Oktaeder-Hexaeder-Gruppe herleitbaren Configurationen zukommt. Es dürften daher wohl die beiden Configurationen (13) und (15), auch mit Rücksicht auf den Zusam-

Digitized by Google

menhang, welchen sie mit den regelmässigen linear begrenzten Gebilden des vierdimensionalen Raumes darbieten, als die wichtigsten und fundamentalsten Configurationen zu bezeichnen sein.

§ 3.

Es mögen noch einige auf allgemeine Eigenschaften der Configurationen bezügliche Bemerkungen hier ihren Platz finden.

Aus der Definition einer Configuration folgt ohne Weiteres, dass in jeder Cf.-Ebene durch die in ihr auftretenden Cf.-Punkte und Cf.-Geraden dieselbe Figur (im projectiven Sinne) entstehen muss und dass ebenso die durch jeden Cf.-Punkt hindurchgehenden Cf.-Ebenen und Cf.-Geraden dieselbe Figur bilden müssen. Diese beiden für die betrachtete Configuration charakteristischen Figuren werden am einfachsten aus der Angabe der sämmtlichen Schnittgeraden der Cf.-Ebenen und Verbindungsgeraden der Cf.-Punkte nebst den mit ihnen bez. incidenten Punkten und Ebenen erkannt. So ist z. B. aus dem Symbol (13α) sofort die in § 2 erläuterte Beschaffenheit dieser beiden Figuren zu erkennen.

Die sämmtlichen Schnittlinien der Cf.-Ebenen und Verbindungslinien der Cf.-Punkte lassen sich nun passend in Configurations-Gerade und Diagonal-Gerade unterscheiden. Ich bezeichne als Configurations-Gerade alle Schnittlinien von Cf.-Ebenen und Verbindungslinien von Cf.-Punkten, für welche jeder der beiden (oberen und unteren) Indices $\geqq 2$ ist, dagegen als Diagonal-Gerade alle diejenigen Linien, für welche einer der beiden Indices oder beide einen Werth < 2, also 1 oder 0 haben [1]). Die in § 2 betrachteten Cf. (13α) und (15α) haben keine Diagonal-Gerade, aber drei Gruppen von Configurations-Geraden; ebenso besitzt die Cf.

1) Diese Definition deckt sich nicht mit der sonst wohl gebräuchlichen, nach welcher nur diejenigen Geraden, welchen die höchste Anzahl der mit ihnen incidenten Ebenen und Punkte (als bez. oberer und unterer Index) zukommt, als Configurations-Gerade, alle übrigen aber als Diagonal-Gerade bezeichnet werden.

Digitized by Google

(14α) zwei Gruppen von Configurations-Geraden, aber keine Diagonal-Gerade. Solche Configurationen, welche keine Diagonal-Gerade haben, sollen als vollständige Configurationen bezeichnet werden. Die Tetraeder-Cf. (4_3^3, 6_2^2, 4_3^3) und die Kummer'sche Cf. (16_{15}^6, 120_2^2, 16_6^{15}) gehören zu denjenigen vollständigen Cf., welchen nur je eine Gruppe von Cf.-Geraden zukommt.

Dagegen sollen die Cf., welche Diagonal-Gerade besitzen, unvollständige Cf. genannt und in dem zugehörigen Symbol die den Diagonal-Geraden zugehörigen Anzahlen und Indices in Klammern eingeschlossen werden.

Die Hexaeder-Cf. (8_3^3, 12_2^2, 6_4^4) z. B. würde durch das vollständige Symbol:

$$(8^3_{3+(3+1+0)},\ 12_2^2 + [12_2^1 + 4_2^0 + 3_0^3],\ 6_4^{4+(3+0+1)}) \quad . \quad (16)$$

zu bezeichnen sein; denn sie besitzt ausser den 12_2^2 Cf.-Geraden (den Kanten des Hexaeders):

12_2^1 Diagonal-Gerade (die Diagonalen der Seitenflächen),
4_2^0 „ „ (die Eckdiagonalen des Hexaeders),
3_0^3 „ „ (die Schnittlinien je zweier parallelen Seitenflächen).

Analog würde die zu (16) reciproke Oktaeder-Cf. (6_4^4, 12_2^2, 8_3^3) durch das vollständige Symbol:

$$(6^4_{4+(3+0+1)},\ 12_2^2 + [12_1^2 + 4_0^2 + 3_2^0],\ 8_3^{3+(3+1+0)}) \quad . \quad (16')$$

darzustellen sein; denn sie hat ausser den 12_2^2 Cf.-Geraden (den Kanten des Octaeders):

12_1^2 Diagonal-Gerade (die Schnittlinien je zweier an den vierflächigen Ecken sich gegenüberliegenden Seitenflächen),
4_0^2 „ „ (die Schnittlinien je zweier parallelen Seitenflächen),
3_2^0 „ „ (die 3 Eckenaxen des Oktaeders).

Als regelmässige Configurationen kann man alle die-

Digitized by Google

jenigen bezeichnen, bei welchen der obere und untere Index für jede Gruppe von Configurations-Geraden derselbe ist.

Die vorgeschlagene Berücksichtigung aller Cf.-Geraden und der Diagonal-Geraden durch Anwendung des vollständigen Symbols dürfte sich als geeignet empfehlen, da aus ihm sich die von Herrn de Vries zur Unterscheidung der Configurationen von derselben Zahl der Punkte und Ebenen benutzte Vielfachheit der »Bindung« der Punkte (und Ebenen) sofort erkennen lässt.

Die Bestimmung der sämmtlichen übrigen Schnittpunkte der Cf.-Ebenen (Diagonalpunkte) einer Cf. kann leicht aus der vollständigen, durch die mit einer Cf.-Ebene incidenten Cf.-Geraden und Diagonal-Geraden gebildeten Figur erhalten werden. Für die sämmtlichen übrigen Verbindungsebenen der Cf.-Punkte (Diagonalebenen) ergibt sich die analoge Bestimmung durch Untersuchung der vollständigen Figur, welche die durch einen Cf.-Punkt hindurchgehenden Cf.-Geraden und Diagonal-Geraden erzeugen; statt dieser kann man wiederum die in einer Cf.-Ebene der reciproken Cf. entstehende vollständige Figur betrachten. Es sind diese beiden Methoden im wesentlichen dieselben, welche ich früher zur Bestimmung der höheren Arten gleichflächiger und gleicheckiger Polyeder angewendet habe.

Anmerkung. Ohne auf die von Herrn de Vries abgeleiteten zahlreichen Configurationen hier näher einzugehen, möchte ich nur die Bemerkung anfügen, dass z. B. die von ihm als Cf. $(8^4, 8_4)$ B bezeichnete Cf. und ihr duales Gegenbild $(8^4, 8_4)$ C in dem oben näher festgestellten Sinne keine Configurationen darstellen. Denn die 8 Punkte der Cf. B verhalten sich zwar hinsichtlich der durch sie hindurchgehenden Ebenen und Geraden alle gleich, insofern durch jeden Punkt je eine der Cf.-Geraden 4_2^1, je drei der Cf.-Geraden 12_2^2 und je drei der Diagonal-Geraden 12_2^1 hindurchgehen. Dagegen verhalten sich die Ebenen der Cf. B nicht gleichartig oder die in jeder derselben durch die in ihr enthaltenen Geraden bestimmte Figur ist nicht dieselbe. Denn 6 Ebenen (vier Hexaeder-Ebenen und die beiden vierpunktigen Diagonalebenen) enthalten je zwei der Cf.-Geraden 4_2^1, 12_2^2, je zwei der Diagonal-Geraden 12_2^1 und je eine der Diagonal-Geraden 4_2^2; die beiden übrigen Hexaeder-Ebenen enthalten aber je 6 Gerade der Cf.-Geraden 12_2^2 und je eine der Dia-

Digitized by Google

gonal-Geraden 4_6^3. Analoges ergibt sich für das verschiedene Verhalten der Cf.-Punkte der Cf. $(8^4, 8_4)$ C.

Die allgemeinen Symbole für das System B) und das ihm reciproke C), welche hiernach keine Configurationen genannt werden dürfen, würden folgende sein:

$$(8^4_{1+3+(3+0)},\ 4_2^3 + 12_2^2 + [12_2^1 + 4_0^2],\ 6_4^{3+2+(2+1)} + 2_4^{0+6+(0+1)}) \text{ (B)}$$

und

$$(6^4_{2+3+(3+1)} + 2^4_{0+6+(0+1)},\ 4_3^2 + 12_3^2 + [12_1^2 + 4_2^0],\ 8_4^{1+3+(3+0)}). \text{ (C)}$$

Die von Herrn de Vries als Cf. $(8^4, 8_4)$ A bezeichnete würde dagegen, dem Symbol

$$(8^4_{6+(1+0)},\ 24_2^3 + [4_2^0 + 4_0^2],\ 8_4^{6+(0+1)}) \quad . \ . \ . \quad \text{(A)}$$

entsprechend, als eine regelmässige, sich selbst reciproke Configuration zu bezeichnen sein.

In der Sitzung vom 11. Mai 1892 wurde der Privatdocent für Chirurgie an hiesiger Universität, Herr Dr. med. Otto von Büngner, durch vorschriftsmässige Kugelung zum ausserordentlichen Mitglied der Gesellschaft erwählt.

Aufgelegte Schriften:

Vom Verein für Geschichte und Naturgeschichte der Baar-Katalog der zoologischen Sammlungen. Karlsruhe 1890.

Das königliche astrophysikalische Observatorium bei Potsdam. Berlin 1890.

XVI. Jahresbericht der Gewerbeschule in Bistritz. Bistritz 1890.

Von der med.-naturw. Sektion des Siebenbürgischen Museums-Vereins in Klausenburg: »Ertesito« 1891, Heft I, 1 und 2, II, 1—3. Klausenburg 1891.

Bolletino del R. Comitato Geologico d'Italia. Anno IV, V, VI, XXI. Firenze 1873, Roma 1890.

Atti della R. Accademia dei Lincei. Anno 288 Rendiconti. V. XII fasc. 9 und 10. Roma 1891.

Schriften der naturforschenden Gesellschaft zu Danzig. N. F. Bd. II. Heft 1, 3 und 4. Danzig 1868/71.

Verhandlungen des naturhistorisch-medicinischen Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. IV. Heft 4. Heidelberg 1891.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich.)

Digitized by Google

Sitzungsberichte

der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften

zu

Marburg.

No. 5. December 1892

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 17. Dezember 1892 sprach Herr Professor Dr. Strahl über:

Die Rückbildungserscheinungen am Dottersack der Eidechse.

Mit Untersuchungen über die Resorption der grossen dotterhaltigen Eier von solchen Weibchen von Lacerta agilis beschäftigt, bei denen man die Eier hat zur Reifung kommen lassen, aber dann die Befruchtung verhindert (vgl. die Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf dem 6. Congress zu Wien. 1892) habe ich es als störende Lücke empfunden, dass wir bis dahin keine Kenntnis über die letzten Rückbildungserscheinungen des normalen Dottersackes der Eidechse haben.

Eine grössere Anzahl von eben ausgeschlüpften Jungen von Lacerta agilis, welche ich im verflossenen Herbst erhielt, bot mir Gelegenheit, diese Lücke zum grossen Theil ausfüllen zu können. Die Thierchen lieferten das Material für das Studium der gesammten letzten Rückbildungsvorgänge des Dottersackes bis zu dessen Verschwinden und habe ich diese Untersuchung dann alsbald gemeinsam mit dem practischen Arzt Herrn C. Bersch, der weiterhin ausführlicher berichten wird, durchgeführt.

Digitized by Google

Von den Ergebnissen derselben sei an dieser Stelle nur das Folgende kurz mitgetheilt: die Embryonen von lacerta agils nehmen vor vollendeter Entwicklung den Dottersack in die Leibeshöhle auf und macht derselbe in dieser seine letzte Rückbildung bis zu völliger Resorption durch; bei den eben ausgeschlüpften Jungen befindet er sich in einem Zustand der Entwicklung ähnlich dem, welchen ich früher (die Dottersackswand und der Parablast der Eidechse. Zeitschr. f. wissensch. Zool. XLV. 2) von den abgeworfenen Dottersäcken der im Terrarium ausgeschlüpften Jungen von Lacerta vivipara beschrieben habe.

Er stellt alsdann ein kleines, etwas abgeplattettes Säckchen dar mit geringem Lumen und einer sehr dünnen proximalen und einer starken distalen Wand. Letztere besitzt ein hohes Epithel, dessen einzelne Zellen mit Dotterelementen gefüllt sind, welche zerfallen und aufgezehrt werden. In dem Inneren des Dottersackes liegen in grosser Zahl freie parablastische Zellen, theils gross theils klein, rund und oval und ebenfalls mit Dotter in allen Stadien der Auflösung beladen.

Der so beschaffene Dottersack ist durch seinen Stiel in bekannter Weise proximalwärts am Mesenterium befestigt. Bemerkenswert erscheint aber, dass auch sein distales Ende nicht frei ist, sondern dass er an diesem mit der Harnblase verbunden ist. Es sitzt dem oberen Ende der Blase ein Zapfen auf, den wir als Harnblasenzapfen bezeichnen wollen und dieser Harnblasenzapfen ist anfänglich breit, dann durch einen dünnen Stiel mit dem distalen Ende des Dottersackes verbunden.

Die Rückbildung des Dottersackes geht nun derart vor sich, dass die Falten des Dottersackes unter gleichzeitiger Verkleinerung des ganzen Sackes schwinden; zugleich plattet sich das dotterhaltige Epithel ab, nachdem sein Inhalt von Dotter verschwunden ist, und bereits vor den letzten Stadien der Resorption ist es nicht mehr nachzuweisen.

Die bindegewebige Wand des Dottersackes schrumpft ziemlich rasch, nachdem gegen Ende der Rückbildung sich der

Digitized by Google

Dottersack von den Harnblasenzapfen losgelöst hat; besondere Veränderungen an den Zellen lassen sich dabei bislang nicht nachweisen. Sehr auffällige Umwandlungen erfahren dagegen die mit Dotter gefüllten parablastischen Zellen; dieselben verlassen nämlich das Lumen des Dottersackes, wandern zunächst in die Wand desselben hinein und verlassen dann weiterhin auch diese, indem ein Theil derselben in den Dottersacksstiel ein anderer in den Harnblasenzapfen eindringt.

Diejenigen, welche man in dem Dottersacksstiel findet, liegen in dem Bindegewebe der Wand, nicht etwa in dem Dottergang, dessen Nachweis überhaupt in späterer Zeit, wie schon H. Virchow bemerkt hat, schwer und dann gar nicht mehr gelingt. Die in den Harnblasenzapfen einwandernden parablastischen Zellen nehmen vorwiegend die Spitze des Zapfens ein, welche in Folge dessen bereits makroskopisch goldgelb gefärbt erscheint.

Die Zellen sind an ihrem Inhalt von Dotterelementen leicht kenntlich; der Dotter in denselben wird aber bereits vor der Auswanderung aus dem Dottersackslumen in kleinere Partikel zerlegt. Und wenn die Zellen ausgewandert sind, beobachtet man, dass der Dotterinhalt allmählich, wenn man so sagen darf, eingedickt wird. Die Körner werden kleiner und kleiner, nehmen je älter eine um so tiefer goldgelbe, dann eine braune Farbe an, und endlich kann man den unmittelbaren Uebergang der parablastischen Zellen in Pigmentzellen verfolgen, welche den Dottersacksstiel und die Kuppe des Harnblasenzapfens tief schwarz färben, und in der Wand des Dottersackes wenigstens an einzelnen Stellen Pigmentflecken liefern.

Dottersack und Dottersacksstiel vergehen in kurzer Zeit; ob die in denselben enthaltenen Pigmentzellen auswandern oder zu Grunde gehen, hat sich bis dahin nicht sicher feststellen lassen, wir vermuten das letztere. Der Harnblasenzapfen dagegen erhält sich in einer ziemlich grossen Reihe von Fällen sehr lange. Wir finden ihn vielfach als kleinen, schwarz pigmentierten Anhang noch an der Blase erwachsener Thiere und tragen kein

Digitized by Google

Bedenken, das in ihm enthaltene Pigment der Entstehung nach auf die aus dem Dottersack ausgewanderten parablastischen Zellen zurückzuführen, da alle Uebergangsstadien vorliegen.

Zum Schluss sei bemerkt, dass auch die Allantoiswand da, wo sie dem distalen Pol des Dottersackes anliegt, zur Resorption des Dotters verwendet werden kann. Wie dies geschieht, wird an anderer Stelle berichtet.

In der wissenschaftlichen Sitzung vom 27. Juli 1892 berichtete Herr Professor Dr. Kayser über seinen Besuch des internationalen Geologen-Congresses in Nordamerika, insbesondere über den Besuch des Yellowstone National Park.

Aufgelegte Schriften:

Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein. Bd. VIII. Heft 2. Bd. IX. Heft 1 u. 2. Kiel 1891, 1892.

8ter Jahresbericht des naturwissenschaftlichen Vereins zu Osnabrück. Osnabrück 1891.

Bericht des naturwissensch.-medicinischen Vereins in Innsbruck. Jahrg. XIX. Innsbruck 1891.

Abhandlungen vom naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen. Bd. XII. Heft 1 und 2. Bremen 1891, 1892.

Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. Jahrg. 31 u. 32, nebst Register zu Bd. I—XXX. Berlin 1890/91.

Fauna, Verein Luxemburger Naturfreunde. Jahrg. 1891. Heft 1—3. Jahrg. 1892. Heft 1.

Verhandlungen des naturforschenden Vereins in Brünn. Bd. XXIX nebst IX Bericht der meteorologischen Commission. Brünn 1891.

Bulletin de la Société impériale des Naturalistes de Moscou. 1890 No. 3, 1891 No. 1—4, 1892 No. 1—2, nebst den meteorologischen Beobachtungen. Moskau 1890, 1891, 1892.

Verhandlungen des naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande, Westfalens u. s. w. 47. Jahrgang 2. Hälfte, 48. Jahrgang 1. u. 2. Hälfte, 49. Jahrgang 1. Hälfte. Bonn 1890, 1891, 1892.

Verhandlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1891. No. 2—18, incl. 1892. No. 1—10, incl.

Digitized by Google

Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. Bd. XIII. Wien 1873. Bd. XXXI. Wien 1891.

Annalen des k. k. naturhistorischen Hofmuseums. Jahresbericht für 1890 und 1891. Wien 1891, 1892.

Zeitschrift für Naturwissenschaften. Bd. 63 Heft 6, Bd. 64 Heft 1, 2, 3. Halle 1891. Bd. 64 Heft 4, 5, 6. Bd. 65 Heft 1, 2, 3. Leipzig 1891, 1892.

Knoblauch, Ueber die Polarisation der strahlenden Wärme durch totale Reflexion. Halle 1890.

Sitzungsberichte und Abhandlungen der Gesellschaft Isis in Dresden. Jahrg. 87, 90, 91. Dresden 1888/92.

Mittheilungen des naturwissenschaftlichen Vereins für Steiermark. Jahrg. 1890. Graz 1891.

Leopoldina, Heft XXVII, No. 3—24, incl. Heft XXVIII. No. 1—20 incl.

Von der R.-Accad. delle Scienze fisiche e matematiche. Rendiconto. Ser. 2. Vol. IV, Vol. V, Vol. VI. fasc. 1—6. — Atti Vol. IV. Napoli 1890/91.

Bulletin of the Essex Institute. Vol. 21, 7—12. Vol. 22, 1—12. Salem 1889/90.

Journal of the New-York Microscopical Society. Vol. I, No. 1—3. Vol. VII, No. 2—4. Vol. VIII, No. 1—4.

Verhandlungen der physiologischen Gesellschaft zu Berlin 1890. No. 12, 1890/91, 5—14.

The American Naturalist No. 292—297. u. 299. 301—312.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology. Vol. XX, No. 8. Vol. XXI, No. 1—5. Vol. XXII, No. 1—4. Vol. XXIII, No. 1—3. — Annual Report 1890/91. — Memoirs Vol. XIV, No. 2. Vol. XVII, No. 2. Cambridge 1891, 1892.

Von der Smithsonian Institution: Report 1888, 1889 und 1890. Miscellaneous Collections 594, 663, 708, 741, 764, 785. — Contributions to knowledge 801. Vol. XXVIII. — Catalogue of prehistoric works by Thomas, Washington 1891. Omaha and Ponka Letters by Dorsey. Washington 1891. Bibliographie of the Algonquian Languages by Pilling. Washington 1891.

Von dem U. S. Department of Agriculture: North American Fauna No. 3, 4, 5. Washington 1891.

Revista Argentina de Historia Natural. Tom. I. Entr. 1, 2 u. 6. Buenos Aires 1891.

Von der Academy of Science of St. Louis: Report 1890 and the total Ecclipse Januar 1. 1889. — Transactions. Vol. V, No. 3 u. 4. Vol. VI, No. 1. St. Louis 1891.

Digitized by Google

Missouri botanical Garden, 2. u. 3. Annual Report 1891 und 1892. St. Louis 1891, 1892.

Verhandlungen des deutschen wissenschaftlichen Vereins zu Santiago. Bd. II. Heft 3 u. 4. Santiago 1891, 1892.

Journal of the Elisha Mitchell scientific Society 1891. Vol. VIII. Part. 1 u. 2. Raleigh 1891, 1892.

Tuberculosis, reprints of three Editorials fromthe bacteriological laboratory at Philadelphia.

Von der University of Nebraska: Bulletin. Vol. IV, No. 16 u. 17. Vol. V, 4. u. 5. Annual Report of the agricultural Experiment Station. Lincoln, Nebraska 1891, 1892.

Observations made at the Observatory at Batavia. Vol. XII, 1889. Vol. XIII, 1890. Batavia 1890, 1891.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New-South-Wales. Vol. XXIII. Part. II. Vol. XXIV. Part. I u. II. Vol. XXV. Sydney 1889/92.

Mittheilungen aus der medicinischen Fakultät der kaiserl. japanischen Universität. Bd. I. No. 4. u. 5. Tokio 1890/91.

Von der Societas pro fauna et flora fennica: Meddelanden Heft 16. Acta Vol. 6 u. 7. Helsingfors 1889/90.

Helios. Jahrg. 9. No. 1–12, 1891. Jahrg. 10. No. 1—4, 1892.

Deutsche botanische Monatsschrift. Jahrg. 9. No. 2—5, 8—12. 1891. Jahrg. 10. No. 1—6. 1892. Beilage zu No. 6 und 7. 1891.

Monatliche Mittheilungen. 8. Jahrg. No. 8—12. 1890.

Societatum litterae. 5. Jahrg. 2—12, 1891. 6. Jahrg. 1—8, 1892.

Jahresbericht des Vereins für Erdkunde in Stettin 1889—91. Stettin 1892.

Lotos. N. F. Bd. XI und Bd. XII. 1891/92. Wien 1892.

Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft. 73. Versammlung in Davos. Davos 1891. 74. Versammlung in Fribourg. Fribourg 1892.

Vom siebenbürgischen Museumsverein in Klausenburg: »Ertesitö« 1891 und Orvosi I und II, Termeszettudomanyi. Klausenburg 1891, 1892.

Bergens Museums Aarsberetning. 1890. Bergen 1891.

Atti della Reale Accademia dei Lincei Anno 288. Rendiconti. Vol. VII, fasc. 11 und 12. Anno 289. Rendiconti. Vol. I, fasc. 1—12. 1. sem., fasc. 1—10. 2. sem., nebst Bericht über die Festsitzung vom 5. Juni 1892. Roma 1891, 1892.

Proceedings and Transactions of the Nova Scotian Institute of Science at Halifax. Vol. VII. Part. IV. Second Series. Vol. I. Part. I. Halifax 1890, 1891.

Proceedings of the American Philosophical Society at Philadelphia.

Digitized by Google

Vol. XXIX. No. 135 u. 136. Vol. XXX. No. 137 u. 138. Philadelphia 1891, 1892.

Transactions of the American Philosophical Society at Philadelphia. Vol. XVII. Part. I u. II. Philadelphia 1892.

Proceedings of the Boston Society of Natural History. Vol. XXV. Part. I. Boston 1891.

10. Annual Report of the United States Geological Survey. 1888—89. Geology and Irrigation. Washington 1890.

Washington Observations at the U. S. Naval Observatory 1887, 1888, nebst Report. Washington 1892.

Proceedings of the Californian Academy of Sciences. Vol. III. Part. I.

Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. 1891. Part. III. 1892. Part I. Philadelphia 1891, 1892.

Mémoires de la Société des Naturalistes de Kiew. Tome XI, Livr. 1. u. 2. Kiew 1890/92.

Tromsö Museums Aarshefter. 14. 1891. Tromsö 1891.

Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft 1891, Bd. XXII. Berlin 1892.

28. Bericht der oberhessischen Gesellschaft für Natur- und Heil-Kunde. Giessen 1892.

Notizblatt des Vereins für Erdkunde zu Darmstadt. IV. Folge. Heft 12. Darmstadt 1891.

Mitteilungen aus dem naturwissenschaftlichen Verein für Neu-Vorpommern und Rügen in Greifswald. Jahrg. 23. Berlin 1892.

Bild des Baron F. von Müller.

Schriften des naturwissenschaftlichen Vereins des Harzes, Bd. VI, 1891. Wernigerode 1891.

Jahresbericht und Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Magdeburg. 1891. Magdeburg 1892.

Sitzungsberichte der physikalisch-medicinischen Gesellschaft zu Würzburg. 1891. Würzburg 1892.

Bericht der Lese- und Redehalle der deutschen Studenten in Prag. 1891. Prag 1892.

Mitteilungen des naturwissenschaftlichen Vereins in Düsseldorf. Heft 2. Düsseldorf 1892.

40. und 41. Jahresbericht der naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover. Hannover 1892.

Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn 1891. Bonn 1892.

12. Bericht des botanischen Vereins zu Landshut. Landshut 1892.

29. 30. 31. 32. Bericht über die Thätigkeit des Offenbacher Vereins für Naturkunde. Offenbach 1892.

Digitized by Google

Jahresbericht des Vereins für Naturkunde zu Zwickau. 1891. Zwickau 1892.

Verhandlungen des naturhistorisch-medicinischen Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. IV, Heft 5. Heidelberg 1892.

Contributions to North American Ethnology. Vol. VI. Washington 1890.

Publications de l'Institut Royal Grand-Ducal de Luxembourg. Tome XXI. Luxembourg 1891.

Observations météorologiques à Luxembourg de 1884—1888. Luxembourg 1890.

Regenwaarnemingen in Niederlandsch-Indie. Jahrg. XII. Batavia 1891.

Report of the third meeting of the Australasian Association. Christchurch 1891.

Journal and Proceedings of the Royal Society of New South Wales. Vol. XXV. Sydney 1891.

Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Vol. V, No. 1. Manchester 1892.

Archives du Musée Teyler. Ser. II. Vol. III. Part IV. Haarlem 1892.

Acta horti Petropolitani. Tom. XI, fasc. II. St. Petersburg 1892.

Jahrbuch des Ungarischen Karpathen-Vereins. Jahrg. XIX. Iglo 1892.

Norske Nordhavs-Expedition. XXI. Christiania 1892.

Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens. N. F. Jahrg. XXXV. Chur 1892.

Programm der herzogl. technischen Hochschule in Braunschweig für 1892/93.

Schriften der physical.-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg. Jahrg. 32. Königsberg 1891.

Abhandlungen der naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg. Bd. IX. Nürnberg 1892.

69. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur, nebst Ergänzungsheft. Breslau 1892.

Sitzungsberichte der Gesellschaft für Morphologie und Physiologie in München. VII. und VIII. München 1892.

Berichte des naturwissenschaftlichen Vereines zu Regensburg. Heft III. Regensburg 1892.

Jahrbücher des nassauischen Vereins für Naturkunde. Jahrg. 45. Wiesbaden 1892.

Bericht über die Sitzungen der naturforschenden Gesellschaft zu Halle 1888/91.

Festschrift zur 50jährigen Stiftungsfeier der Pollichia. Dürkheim 1892.

Digitized by Google

Mitteilungen des Vereins für Erdkunde zu Halle a. S. 1892.
Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. N. F. Bd. 8, Heft 1, nebst Festschrift. Danzig 1892.
Korrespondenzblatt des Naturforscher-Vereins zu Riga. XXXV. Riga 1892.
76. Jahresbericht der naturforschenden Gesellschaft in Emden 1890/91. Emden 1892.
Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft 1892, nebst Batrachierkatalog und Lepidapteren von Madagascar, 2 Hefte.
Jahresbericht über die Verwaltung des Medicinalwesens in Frankfurt a. M., Jahrg. XXXV, nebst Civilstand 1891. Frankfurt a. M. 1892.
Stavanger Museum's Aarsberetning. 1891. Stavanger 1892.
Jaarboek van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen 1891, nebst Verslagen en Mededeelingen 3. Reihe 8. Deel und Verhandelingen 29. Deel. Amsterdam 1892.
Amund Helland, Lakis kratere og Javastromme. Kristiania 1886.
Mineral Resources of the U. S. by David Day. 1889/90.
Annual Report of the geological and natural History Survey of Canada. Vol. IV. Montreal 1890.
Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Vol. VIII. Madison. Wis. 1892.
Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences. N. S. Vol. XVIII. Boston 1891.
Journal of comparative Neurology. Vol II.

Marburg. Universitäts-Buchdruckerei (R. Friedrich).

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

3 2044 106 259 831

Digitized by Google

Digitized by Google